

**SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.**

**PROGRAMAS AMBIENTAIS**

**PCH VERDE 4**

**RELATÓRIOS TÉCNICOS  
1º SEMESTRE DE 2023**

**ÁGUA CLARA – MS  
SETEMBRO DE 2023**

## **SUMÁRIO**

<b>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. PROGRAMA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....</b>	<b>5</b>
<b>2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: NÍVEL D'ÁGUA E QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADE AQUÁTICA: ABRANGENDO OS GRUPOS ZOOPLÂNCTON, FITOPLÂNCTON, BENTOS, PERIFÍTON, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE ABRANGENDO OS GRUPOS: MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA E AVIFAUNA.....</b>	<b>5</b>
<b>5. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS) .....</b>	<b>6</b>
<b>6. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO .....</b>	<b>6</b>



## IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A

Endereço: Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/MS

CNPJ: 11.151.033/0001-59

LO 481/2018 – Processo 23/100758/2011

## INTRODUÇÃO

Este documento apresenta as informações das atividades realizadas no 1º semestre de 2023, durante a execução dos Programas Ambientais da PCH Verde 4, em atendimento à condicionante 3 da LO nº 481/2018, emitida pelo IMASUL/MS. Os programas estão apresentados a seguir:

Programa Ambiental	Empresa executora	Responsável Técnico
1. Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais	ACARI	Roney Aparecido Gomes (Químico –CRQ: 20200002 – XX Região)
2. Programa de Monitoramento de Água Subterrânea: Nível d'água e Qualidade da água	ACARI	Roney Aparecido Gomes (Químico –CRQ: 20200002 – XX Região)
3. Programa de Monitoramento de Comunidade Aquática: abrangendo os grupos Zooplâncton, Fitoplâncton, Bentos, Perifíton, Ictiofauna e Macrófitas	FIBRACON	José Milton Longo (Coordenador, Macrófitas- Biólogo CRBio: 23.264/01-D) José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador- Biólogo CRBio: 18.769/01-D) Fábio Ricardo da Rosa (Zooplâncton, Bentos e Ictiofauna- CRBio: 40.701/01-D) Iola Reis Lopes (Fitoplâncton e Perifíton- Bióloga CRBio: 064020/01-D) Mariana da Silva Oliveira (Coleta de dados- Bióloga CRBio: 120184/01-D) Daniele Louise Cesquin Campos (Bióloga - CRBio: 100.877/01-D)
4. Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre abrangendo os grupos: Mastofauna, Herpetofauna e Avifauna	FIBRACON	José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador e Mastofauna CRBio 8769/01-D) José Milton Longo (Coordenador- Biólogo CRBio: 23.264/01-D ) Ana Luiza Cesquin Campos (Herpetofauna- Bióloga CRBio: 43.731/01-D)

		<p>Thiago Matheus Breda (Avifauna- Biólogo CRBio 68.722/01-D)          Giovane Lima Vilhanueva (Mastofauna- Biólogo CRBio: 116.812/01-D)</p>
5. Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (obras civis)	ELERA	<p>Mateus Assunção Silveira (Biólogo – CRBio: 053651/01)</p>
6. Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório abrangendo Hidrossedimentológico, Batimétrico	ACARI / OVERTECH / MEDEIROS DOS SANTOS	<p><u>Controle de Processos Erosivos (Empresa Acari Sustentabilidade)</u>          Rosa Helena da Silva (Bióloga- CRBio 086063/1-D)</p> <p><u>Hidrossedimentologia (Empresa Overtech)</u>          Edgar Posser Junior (Hidrossedimentometria - Eng. Agrícola CREA-PR 136690/D)</p> <p><u>Topobatimetria (Empresa Medeiros dos Santos)</u>          Rogério Silva dos Santos – Eng. Agrônomo          Douglas Fonseca – Auxiliar de Topografo.</p>

## **1. PROGRAMA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

O monitoramento ambiental do Programa de Monitoramento da Qualidade da Águas Superficiais tem sido executado trimestralmente com entrega semestral de relatório, de acordo com a LO nº 481/2018. As campanhas foram realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2023 e os resultados estão apresentados no relatório do **ANEXO 01** deste documento.

## **2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: NÍVEL D'ÁGUA E QUALIDADE DA ÁGUA**

O monitoramento ambiental do Programa Monitoramento da Água Subterrânea: Nível d'água e Qualidade da Água tem sido executado semestralmente com entrega semestral de relatório, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha foi realizada no mês de maio de 2023 e os resultados estão apresentados no relatório do **ANEXO 02** deste documento.

## **3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADE AQUÁTICA: ABRANGENDO OS GRUPOS ZOOPLÂNCTON, FITOPLÂNCTON, BENTOS, PERIFÍTON, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS**

O monitoramento ambiental do Programa de Monitoramento de Comunidade Aquática: abrangendo os grupos Zooplâncton, Fitoplâncton, Bentos, Perifíton, Ictiofauna e Macrófitas tem sido executado semestralmente com entrega semestral de relatório, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha foi realizada no mês de fevereiro de 2023 e os resultados da campanha estão apresentados nos relatórios do **ANEXO 03** deste documento.

## **4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE ABRANGENDO OS GRUPOS: MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA E AVIFAUNA**

O monitoramento ambiental do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre abrangendo os grupos: Mastofauna, Herpetofauna e Avifauna tem sido

executado semestralmente com entrega semestral de relatório, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha foi realizada no mês de fevereiro de 2023 e os resultados estão apresentados no relatório do **ANEXO 04** deste documento.

#### **5. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)**

As atividades do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (obras civis) têm sido executadas de forma contínua com entrega semestral de relatório, de acordo com a LO nº 481/2018. A vistoria técnica das áreas do PRADÉ foi realizada no mês de junho de 2023. Os resultados da vistoria estão apresentados no relatório do **ANEXO 05** deste documento.

#### **6. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO**

O monitoramento ambiental do Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório abrangendo Hidrossedimentológico, Batimétrico têm sido executado semestralmente com entrega semestral de relatório, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha do monitoramento de processos erosivos foi realizada no mês de maio de 2023 e as campanhas dos monitoramentos hidrossedimentométricos e batimétricos foram realizadas mensalmente entre janeiro e junho de 2023. Os resultados das campanhas estão apresentados nos relatórios do **ANEXO 06** deste documento.

## **ANEXO 01**

# **PROGRAMA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**



# PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

**Relatório Técnico 2023-1**

**PCH VERDE 4**

**Savana Geração de Energia S.A.**

**Água Clara - MS**

**Julho de 2023**



**Acari Ambiental Eireli EPP**  
**Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180**  
**(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692**  
**atendimento@acariambiental.com.br**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS</b> .....	<b>4</b>
2.1.	APRESENTAÇÃO .....	4
2.2.	INTRODUÇÃO.....	4
2.3.	METODOLOGIA .....	4
<b>2.3.1.</b>	<b>Localização dos pontos de amostragem</b> .....	<b>4</b>
2.4.	PROCEDIMENTOS DE COLETA, PRESERVAÇÃO E ANÁLISE .....	7
<b>2.4.1.</b>	<b>Coleta para análises dos parâmetros físico-químicos</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4.2.</b>	<b>Coleta para análises dos parâmetros bacteriológicos e biológicos</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4.3.</b>	<b>Índices de Qualidade da Água</b> .....	<b>9</b>
2.4.3.1.	Índice de Estado Trófico (IET) .....	9
2.4.3.2.	Índice de Qualidade das Águas (IQA) .....	11
2.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
<b>2.5.1.</b>	<b>Vazões Defluentes</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5.2.</b>	<b>Análises Físico-químicas</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5.3.</b>	<b>Análises Bacteriológicas e Biológicas</b> .....	<b>37</b>
<b>2.5.4.</b>	<b>Índices de Qualidade da Água</b> .....	<b>41</b>
2.5.4.1.	Índice de Estado Trófico (IET) .....	41
2.5.4.2.	Índice de Qualidade das Águas (IQA) .....	42
2.6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
2.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
2.8.	ANEXOS.....	48

## 1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR

### 1.1. EMPREENDEDOR

#### **PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A**

Endereço: Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/MS

CNPJ: 11.151.033/0001-59

### 1.2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO

#### **Acari Sustentabilidade – Acari Ambiental Eireli EPP**

Endereço: Avenida Padre João Crippa, 2552, Monte Castelo, Campo Grande – MS

CEP: 79.010-180

CNPJ: 10.763.667/0001-08

Inscrição Estadual: 28427641-3

Site: [acarisustentabilidade.com.br](http://acarisustentabilidade.com.br)

E-mail: [atendimento@acariambiental.com.br](mailto:atendimento@acariambiental.com.br)

Tel.: (67) 3222-6201

### 1.3. RESPONSÁVEL TÉCNICO



**Roney A. Gomes**

Químico Responsável

CRQ 20200002 – XX Região





## 2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

### 2.1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório descreve os resultados das campanhas de monitoramento da qualidade das águas superficiais realizadas nos dias 15 de fevereiro e 25 de maio de 2023, assim como os dados históricos do período de pós-enchimento, na PCH Verde 4, localizada no município de Água Clara, estado de Mato Grosso do Sul, em atendimento à condicionante nº 3 da Licença de Operação nº 481/2018 emitida pelo IMASUL/MS.

### 2.2. INTRODUÇÃO

O Monitoramento da Qualidade da Água é realizado através de análises dos parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos de amostras de água, com periodicidade trimestral, com o objetivo de identificar, acompanhar, avaliar e mitigar os possíveis impactos existentes sobre as características limnológicas (físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas) do referido corpo hídrico, dentro da área de influência desta unidade de geração.

Para avaliar a qualidade do corpo hídrico utilizou-se como padrão valores estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e dá as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Tal padrão auxiliou na detecção de situações de risco para a saúde humana, da fauna e/ou da flora. Os dados levantados terão caráter técnico - científico para o corpo hídrico estudado.

### 2.3. METODOLOGIA

#### 2.3.1. Localização dos pontos de amostragem

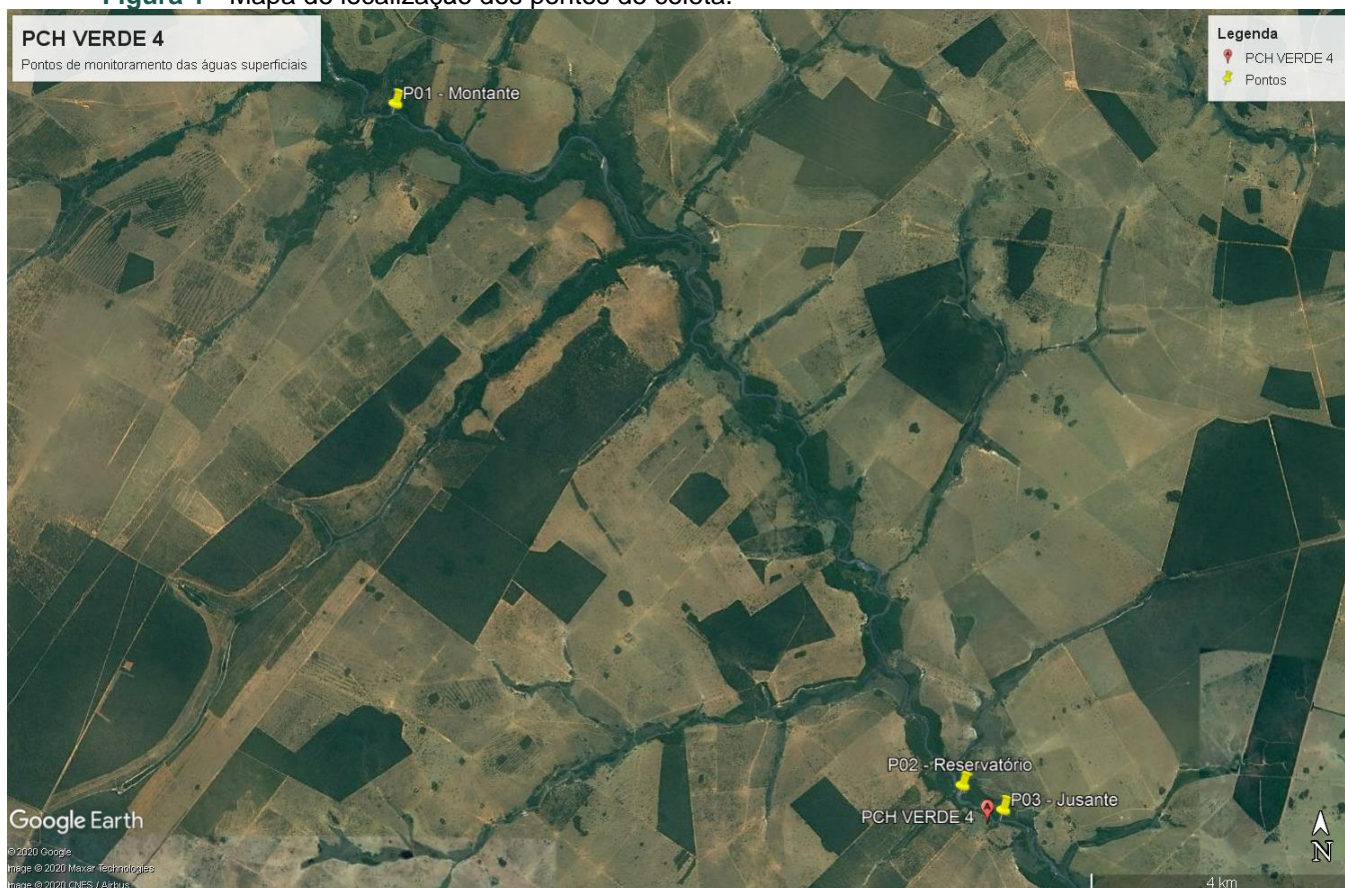
As amostras foram coletadas em três pontos preestabelecidos pela contratante. A Tabela 1 descreve as coordenadas geográficas e identificação dos pontos de amostragem, a Figura 1 apresenta o mapa de localização desses pontos e as Figuras 2 e 3 ilustram os mesmos.



Tabela 1 - Identificação e Coordenadas dos pontos de coleta.

Pontos de Coleta	Identificação	Coordenadas Geográficas
P01	Rio Verde, a montante do reservatório	19°52'59.15"S / 53°21'30.22"O
P02	Rio Verde, área central do reservatório	19°58'34.84"S / 53°16'33.00"O
P03	Rio Verde, a jusante do reservatório	19°58'46.72"S / 53°16'11.82"O

Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de coleta.



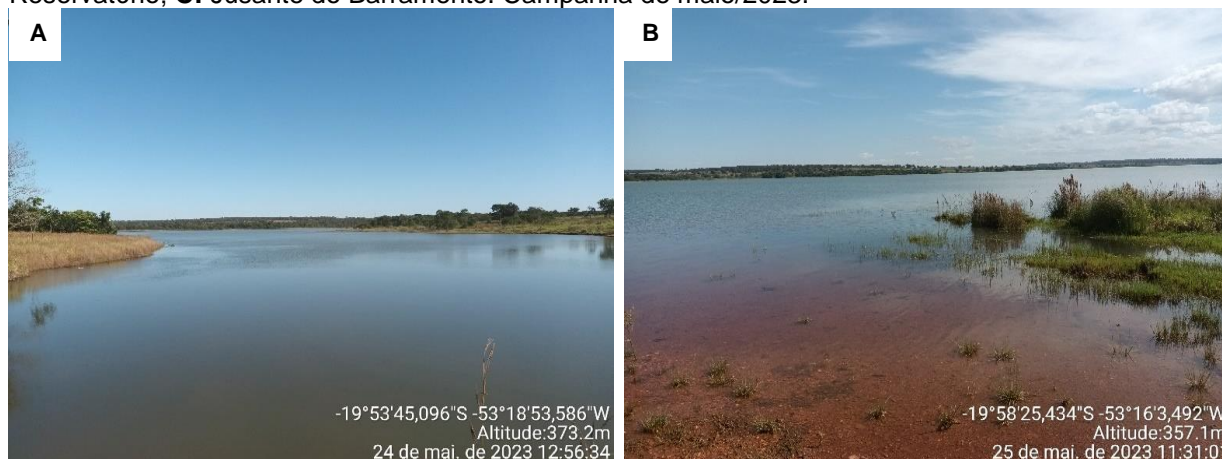
Fonte: Google Earth, 2020.



**Figura 2** - Pontos de coleta de água no rio Verde, Água Clara/MS. **A:** Montante do Barramento; **B:** Reservatório; **C:** Jusante do Barramento. Campanha de fevereiro/2023.



**Figura 3** - Pontos de coleta de água no rio Verde, Água Clara/MS. **A:** Montante do Barramento; **B:** Reservatório; **C:** Jusante do Barramento. Campanha de maio/2023.





## 2.4. PROCEDIMENTOS DE COLETA, PRESERVAÇÃO E ANÁLISE

Os procedimentos de amostragem e coleta dos parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos foram preconizados pelo Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água CETESB - ANA/2011. A temperatura das amostras e do ambiente foi aferida através da utilização de termômetro de bulbo de mercúrio (Standard Methods 2550 – A). Após a coleta todas as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas preenchidas com gelo em cubos para preservação, e em seguida enviadas ao laboratório de análises.

### 2.4.1. Coleta para análises dos parâmetros físico-químicos

Seguem descritos a seguir os materiais utilizados para as coletas de amostras de água conforme o tipo de análise a ser realizada:

- Para as análises físico-químicas foram utilizados frascos de polietileno com volumes de 1.000, 500 e 300 mL, preservados, quando necessário, com ácido sulfúrico ou nítrico, de acordo com o parâmetro a ser analisado.
- A temperatura das amostras e do ambiente, pH e o teor de oxigênio dissolvido foram aferidos *in loco* com a utilização de sonda multiparâmetro.
- Para a medição da profundidade e transparência foi utilizado o Disco de Secchi (APHA, 2012)



**Figura 4** - Procedimentos de amostragem utilizando frasco de polietileno para análises físico-químicas e sonda multiparâmetro para aferição de temperatura, OD, pH e condutividade.



## 2.4.2. Coleta para análises dos parâmetros bacteriológicos e biológicos

### 2.4.2.1. Coliformes Totais e Termotolerantes

Para amostragem dos parâmetros bacteriológicos foram utilizados frascos de vidro borossilicato esterilizados, com volumes de 300 mL (Figura 5).

**Figura 5** - Procedimento de amostragem dos parâmetros bacteriológicos.



### 2.4.2.2. Clorofila- a, Feofitina- e Cianobactérias

Para as coletas das amostras de água para as análises biológicas foram utilizados frascos tipo âmbar com volume de 1L (Figura 6) e reagente carbonato de magnésio 1% para preservação.

**Figura 6** - Procedimento de amostragem dos parâmetros biológicos.



### 2.4.3. ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

#### 2.4.3.1. 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 ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

O Índice do Estado Trófico foi composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET (PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila-a – IET (CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos segundo as equações:

#### Rios

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

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

## Reservatórios

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

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

onde:

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

**CL:** concentração de clorofila a medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

**ln:** logaritmo natural.

O resultado apresentado do IET foi a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila-a, segundo a equação:

$$\text{IET} = [ \text{IET ( PT )} + \text{IET ( CL )} ] / 2$$

A classificação do estado de trofia de um rio e de um reservatório e suas características principais podem ser visualizadas na Tabela 2.

**Tabela 2** - Classe de estado trófico e suas características principais.

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

### 2.4.3.2. Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2009).

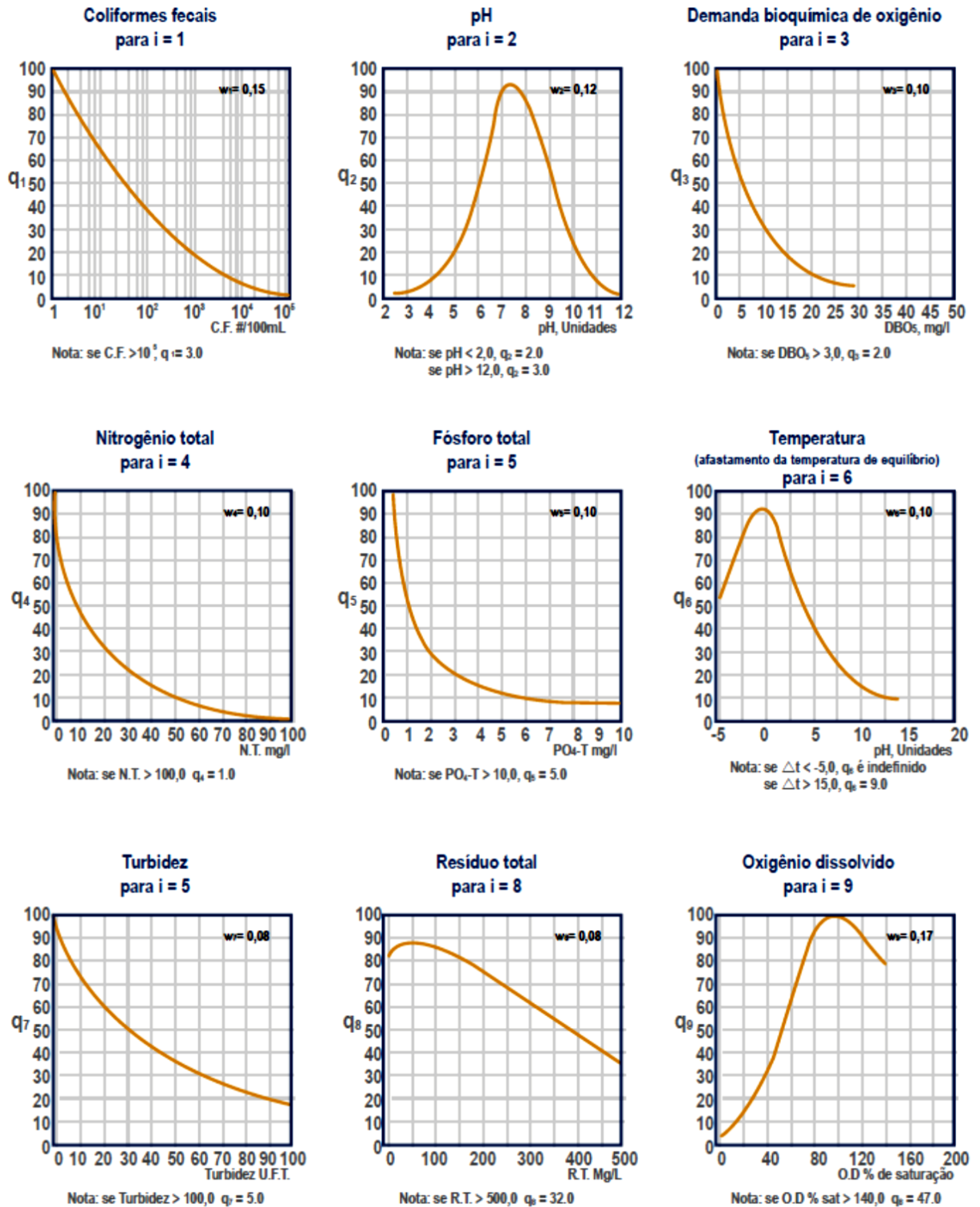
Para determinar o IQA foram considerados relevantes para avaliar a qualidade das águas nove parâmetros, são eles: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fosfato total, resíduo total e turbidez.

A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da sua concentração, conforme Figura 7 os pesos são identificados pela letra w.





Figura 7 - Curvas Médias de Variação dos parâmetros considerados no IQA.



Fonte: IMAP (2003).

O IQA é calculado pelo produtório dos parâmetros de acordo com a fórmula:

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

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.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme Tabela 3:

**Tabela 3** - Ponderação e categoria indicada pelo IQA (ANA, 2009).

Categoria	Ponderação
Ótima	80-100
Boa	52-79
Razoável	37-51
Ruim	20-36
Péssima	0-19

## 2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

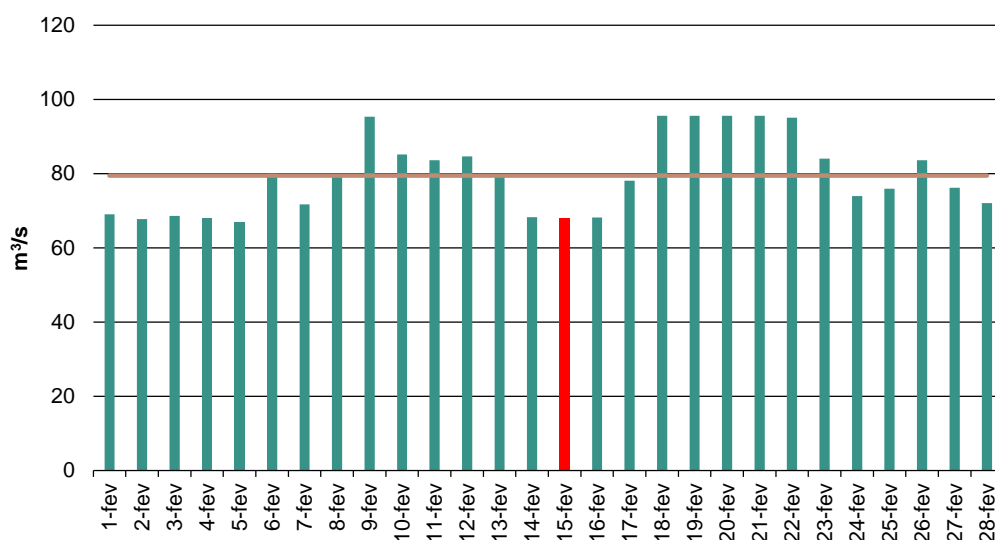
### 2.5.1. Vazões Defluentes

A variação na qualidade de água depende do regime hidrológico do rio, principalmente da variabilidade do deflúvio. A turbidez, o fósforo total e os sólidos totais dissolvidos apresentam comportamento crescente na concentração com o aumento da vazão, em contrapartida os valores de pH apresentam tendência de decréscimo com o aumento da vazão (BARRETO *et al.*, 2014).

A vazão defluente corresponde à vazão observada a jusante do aproveitamento em decorrência das regras operativas da usina, dada pela soma da vazão vertida (vazão liberada através de vertedouros de superfície e ou descarregadores de fundo) e da vazão turbinada (vazão que passa através das turbinas) (ONS, 2002; 2005).

No mês de fevereiro de 2023, a maior média diária foi registrada em 18, 19, 20 e 21/02 com 95,6 m<sup>3</sup>/s e a menor média em 05/02 com 67,1 m<sup>3</sup>/s. Durante o período de coleta de amostras de água (15/02), a média da vazão defluente foi de 68,1 m<sup>3</sup>/s, 14,3% menor que a média mensal de 79,5 m<sup>3</sup>/s (Figura 8).

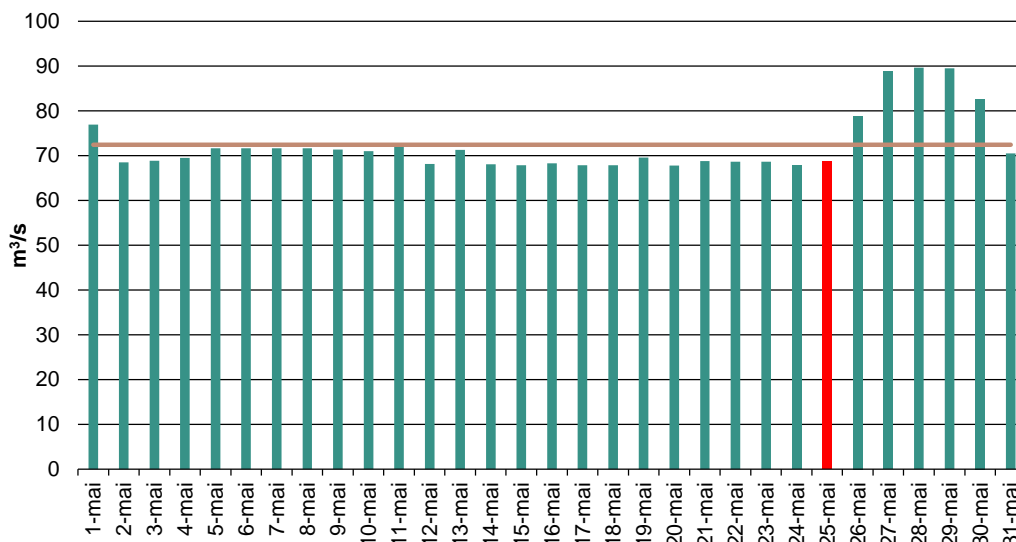
**Figura 8** - Vazões defluentes, médias diárias no mês de fevereiro de 2023. Em vermelho o período da coleta de água e em marrom a média mensal.



No mês de maio de 2023, a maior média diária foi registrada em 28/05 com 89,6 m<sup>3</sup>/s e a menor média em 20/05 com 67,8 m<sup>3</sup>/s. Durante o período de coleta de

amostras de água (25/05), a média da vazão defluente foi de 68,7 m³/s, 5,1% menor que a média mensal de 72,4 m³/s (Figura 9).

**Figura 9** - Vazões defluentes, médias diárias no mês de maio/2023. Em vermelho o período da coleta de água e em marrom a média mensal.



### 2.5.2. Análises físico-químicas

As análises das amostras foram realizadas no laboratório Acari Sustentabilidade – Acari Ambiental Eireli EPP de acordo com normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>th</sup> Edition*.

A Tabela 4 contém as informações elencadas em campo para os pontos de coleta nas campanhas realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2023.

**Tabela 4** - Dados de campo das campanhas realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2023.

Ponto de Coleta	P01	P02	P03
<b>Fevereiro/2023</b>			
Data da coleta	15.02.2023	15.02.2023	15.02.2023
Hora da coleta	10:43	11:11	11:20
Temperatura do ar (°C)	31,3	31,5	31,5
Temperatura da amostra (°C)	24,3	26,1	24,3
Condições Climáticas	Nublado	Nublado	Nublado
Profundidade Secchi (m)	0,80	1,20	0,70
Zona Eufótica (m)	2,40	3,60	2,10



Maio/2023			
Data da coleta	25.05.2023	25.05.2023	25.05.2023
Hora da coleta	15:05	12:00	12:15
Temperatura do ar (°C)	30,7	29,5	29,5
Temperatura da amostra (°C)	23,0	19,1	20,4
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade Secchi (m)	0,95	1,20	0,90
Zona Eufótica (m)	2,85	3,60	2,70

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados das análises físico-químicas obtidos nas campanhas de fevereiro e maio de 2023. Os resultados expressos em vermelho competem aos parâmetros que apresentaram inconformidades à legislação vigente.

**Tabela 5** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em fevereiro de 2023.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Fevereiro/2023			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	29,49	44,23	29,49	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	20,0	26,0	26,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	29,1	30,2	28,1	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	26	39,0	22,0	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	20,0	24,0	20,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,09	0,04	0,09	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	1,45	1,68	1,25	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	0,13	<0,1	<0,1	**	**
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	1,8	4,34	1,19	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	3,12	6,01	2,43	-	-
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	3,25	6,04	2,44	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	0,09	0,06	0,08	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	9,3	10,4	10,1	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,3	7,8	7,9	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	9,29	9,21	8,43	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	<10,0	13,0	11,0	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	0,2	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	24,0	223,8	<10,0	-	-



Sólidos Totais	mg/L	10	24,0	224,0	<10,0	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	6,2	8,9	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	15,7	44,7	12,1	100,0	100,0

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 6** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em maio de 2023.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Maio/2023			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	31,4	31,4	31,4	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	24	31,0	23,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	16,0	16,5	15,1	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	14	14,0	13,0	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	10,9	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	18,8	26,3	18,8	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,07	0,03	0,03	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	0,13	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,1	<0,1	**	**
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,1	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,1	-	-
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	6,83	7,85	7,99	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	6,8	8,4	7,3	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,0	8,3	7,6	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	<0,10	<0,10	1,21	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	<10,0	11,0	<10,0	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	19,0	25,0	23,0	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	28,0	36,0	32,0	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	10,3	10,5	9,9	100,0	100,0

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.



Os dados históricos do monitoramento de qualidade da água podem ser observados no **Anexo 3**.

A seguir, são apresentados e discutidos separadamente os resultados dos principais parâmetros analisados. Nos gráficos, considerou-se o valor do Limite de Quantificação do Método (LQM) para os resultados abaixo deste limite.

### 2.5.2.1. Alcalinidade

A alcalinidade está relacionada à capacidade de a água neutralizar ácidos, devido principalmente à concentração de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, podendo incluir contribuições de boratos, fosfatos, silicatos e outros componentes básicos. Águas com baixa alcalinidade (<24mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ) têm pouca capacidade tampicante e, por isso são mais susceptíveis a alterações de pH.

Além de servir como um sistema tampão, a alcalinidade serve como um reservatório de carbono inorgânico (necessário para o processo de fotossíntese), determinando a habilidade que a água tem de suportar o crescimento fitoplanctônico e de macrófitas submersas (ESTEVES, 1998).

Para este parâmetro, a Resolução CONAMA 357/2005 e a Deliberação CECA-MS 36/12 não estabelecem limite máximo permitido para corpos d'água de classe II. Nos campanhas anteriores (novembro/2018 a novembro/2021), a variação de alcalinidade foi entre <5,0 mg/L e 13,7 mg/L (ANEXO 3).

Os resultados obtidos durante a campanha de agosto de 2022 mostraram que todos os pontos apresentaram valores de Alcalinidade inferiores a 5,0 mg/L. Já na campanha de novembro de 2022, os valores variaram entre 29,5 e 36,9 mg/L entre os pontos.

Na campanha realizada em fevereiro de 2023, os valores de alcalinidade foram de 29,49 mg/L nos pontos P1 e P3, enquanto no ponto P2, o valor foi um pouco mais elevado, atingindo 44,23 mg/L. Na campanha de maio, os valores de alcalinidade permaneceram constantes em todos os pontos analisados, mantendo-se em 31,4 mg/L (Tabelas 5 e 6).



Essas variações podem ser explicadas por fatores como coleta durante períodos de chuva, que diluem ácidos orgânicos e inorgânicos na água, aumentando a concentração de íons alcalinos. Além disso, efeitos sazonais, como temperatura da água e luz solar, também podem impactar a alcalinidade (PIRATOBA *et al.*, 2017). Embora a alcalinidade em si não tenha significado sanitário, exceto quando relacionada a hidróxidos ou à qualidade dos sólidos totais, ela é uma característica comum em águas naturais, variando geralmente de 30 a 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, de acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2006).

### 2.5.2.2. Cloretos Totais

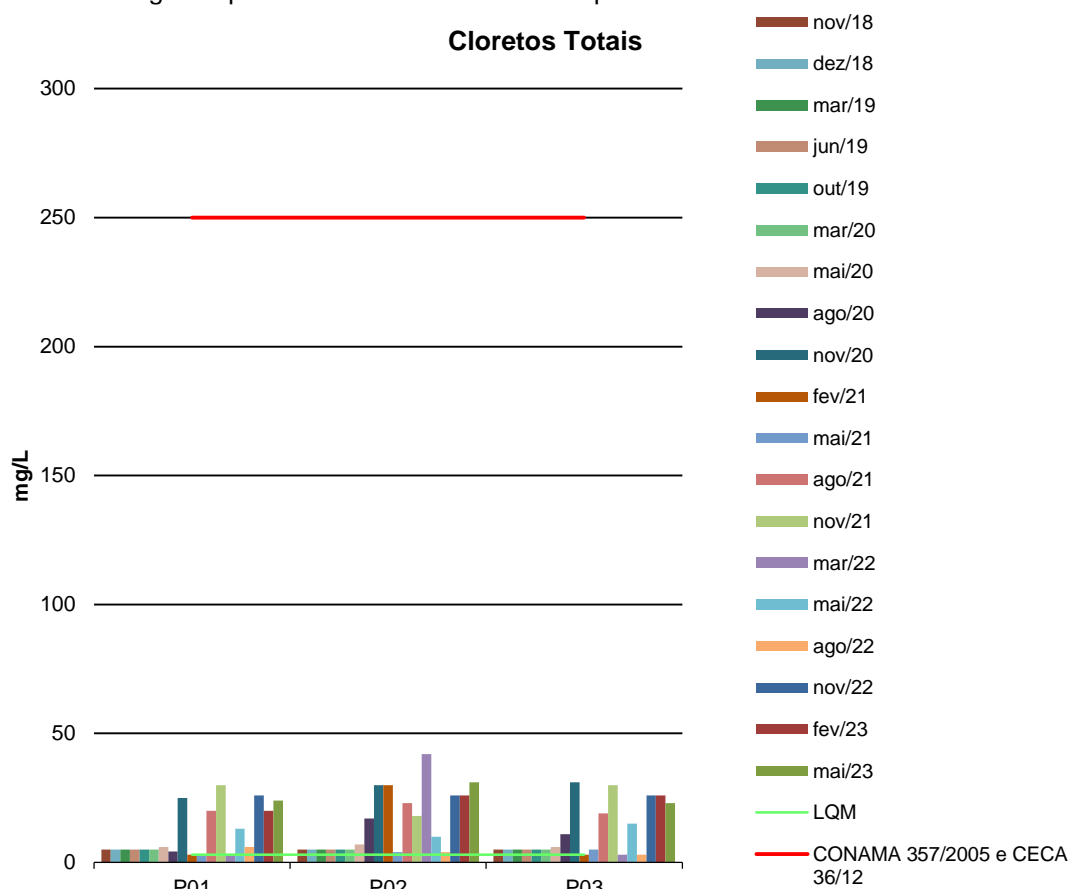
O teor de cloreto na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (por meio da excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.

De acordo com o CONAMA 357/2005 e a CECA-MS 36/12, o limite máximo permitido para cloretos em corpos d'água de classe 2 é de 250 mg/L.

Durante as campanhas realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2023, os valores registrados para cloretos apresentaram variações mínimas, situando-se entre 20,0 e 31,0 mg/L. Todos os resultados obtidos em todas as campanhas estão significativamente abaixo do limite máximo estipulado pelas legislações vigentes (Figura 10).



**Figura 10** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Cloretos Totais no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.2.3. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica, o que depende das concentrações iônicas e da temperatura. A determinação da condutividade elétrica fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes.

À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade tende a aumentar e valores altos indicam características corrosivas da água. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados (CETESB, 2011).

A Resolução CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12 não estabelecem valores máximos permitidos para esse parâmetro. Durante as campanhas realizadas nos

meses de fevereiro e maio de 2023, os valores de condutividade elétrica variaram entre 15,1 e 30,2  $\mu\text{s}/\text{cm}$  nos pontos de amostragem (Tabelas 5 e 6).

#### 2.5.2.4. Cor Verdadeira

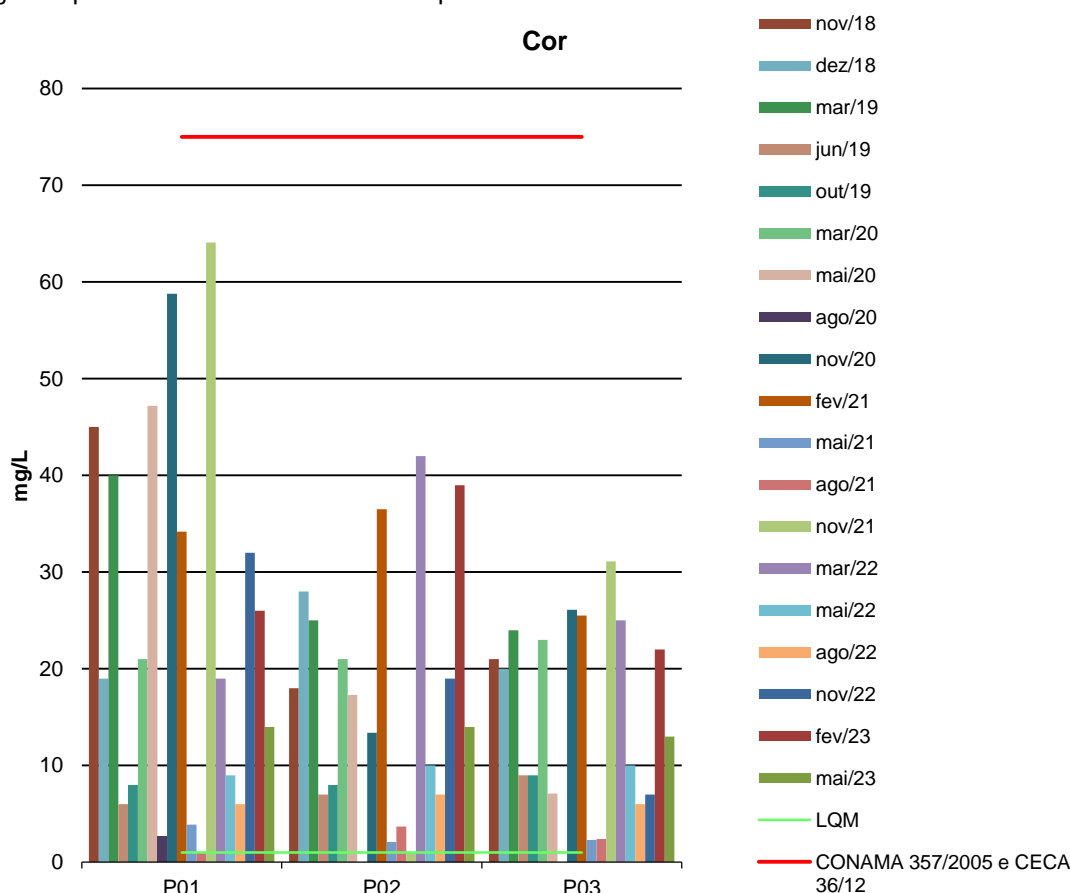
A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico.

Dentre os colóides orgânicos, pode-se mencionar os ácidos húmicos e fúlvicos, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhe cor, mas em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético, já que causa um efeito repulsivo ao consumo.

A Figura 11 ilustra que, durante todas as campanhas realizadas após o período de enchimento até o ano atual, os pontos monitorados mantiveram-se abaixo do valor máximo permitido para o parâmetro de cor. O maior valor registrado foi de 64,1 UH em novembro de 2021, no ponto P1. O CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12 estabelecem um limite de  $\leq 75$  UH para o parâmetro de cor. Nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, esse parâmetro variou entre 13,0 e 39,0 UH.



**Figura 11** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Cor no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023..



### 2.5.2.5. DBO

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessário para realizar a oxidação biológica da matéria orgânica. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessária fornecer às bactérias para consumirem a matéria orgânica presente no meio líquido via respiração aeróbia.

Durante as campanhas entre novembro de 2018 e novembro de 2021, os valores de DBO nos pontos de monitoramento estiveram em conformidade com a legislação, não ultrapassando 4,0 mg/L. Porém, durante as campanhas de março e maio de 2022, os valores nos pontos P02 e P03 foram maiores que o limite estabelecido (7,7 mg/L e 10,5 mg/L, respectivamente).

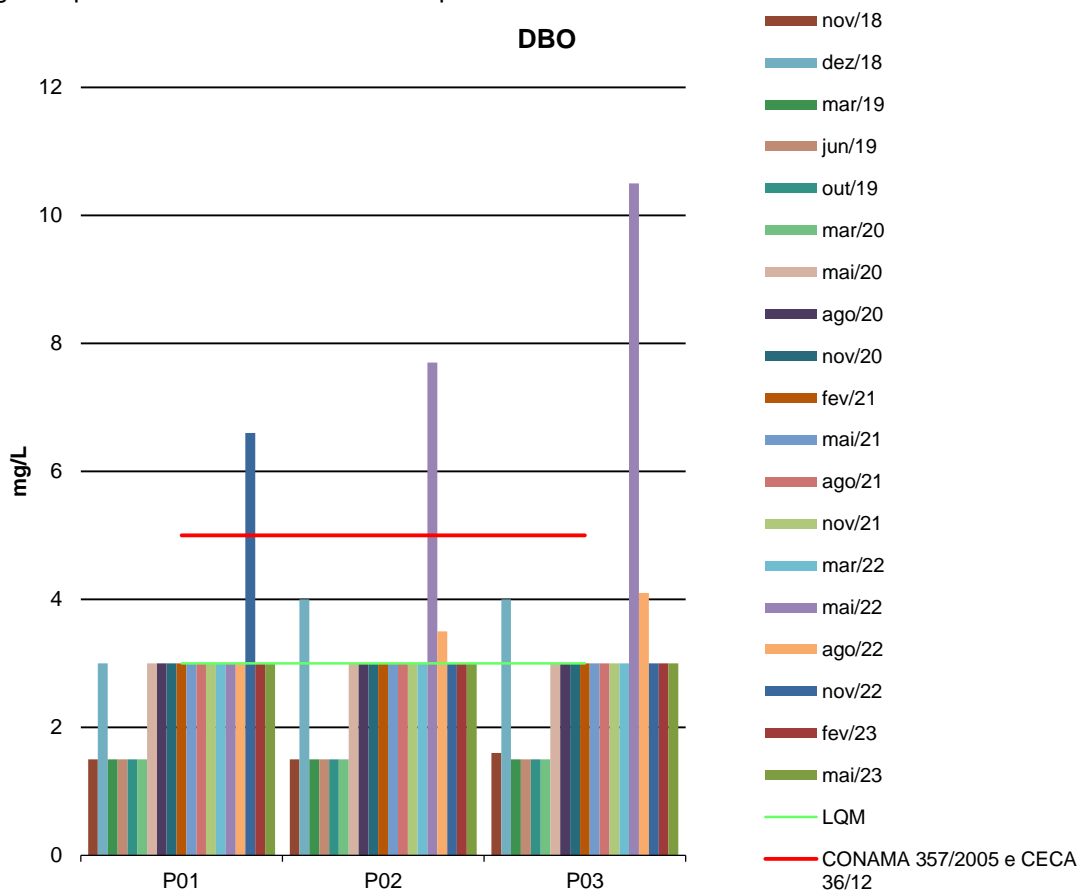
Durante as campanhas realizadas em agosto e novembro de 2022, todos os resultados estão dentro dos limites permitidos, com exceção do ponto P01 na

campanha de novembro de 2022, que apresentou um valor de 6,6 mg/L, ultrapassando o limite máximo permitido de 5,0 mg/L.

As alterações nos valores de DBO ocorreram nas campanhas realizadas em 2022, entretanto não houve uma queda correspondente nos níveis de oxigênio dissolvido. Não foi possível identificar uma fonte específica de poluição, e a sazonalidade não parece desempenhar um papel significativo. Alterações de DBO em corpos hídricos estão relacionadas ao aumento nas concentrações de matéria orgânica provenientes de fontes de poluição difusa de origem doméstica ou industrial (RODRIGUES *et al.*, 2015), ou por vegetais em decomposição no ponto de amostragem (PIRATOBA *et al.*, 2017).

Nas campanhas realizadas em fevereiro e maio de 2023, todos os resultados de DBO ficaram abaixo do limite de quantificação do método (<3,0 mg/L), permanecendo dentro do limite permitido.

**Figura 12** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para DBO no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.2.6. DQO

Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por um agente químico. O aumento da concentração da DQO em um curso d'água deve-se, principalmente, a despejos industriais.

As legislações pertinentes não determinam valor máximo permitido de DQO para águas de classe 2. Nas campanhas dos anos anteriores (novembro/2018 a novembro/2021), todos os pontos apresentaram resultados entre <1,5 e 11,2 mg/L, corroborando com os demais resultados que indicam que os pontos monitorados não apresentaram alterações na qualidade da água. Por outro lado, nas campanhas de março e maio de 2022, o valor de DQO variou entre <10,0 e 26,7 mg/L, com um pico em maio de 2022 no ponto P3. Já nas campanhas de agosto e novembro de 2022, os resultados de DQO oscilaram entre <10,0 mg/L e 25,2 mg/L, sendo o ponto P01 em novembro de 2022 o que registrou o valor mais alto (ANEXO 3).

Nas campanhas realizadas em fevereiro e maio de 2023, todos os resultados de DQO ficaram abaixo do limite de quantificação do método (<10,0 mg/L).

### 2.5.2.7. Dureza Total

A dureza indica a concentração de cátions multimetálicos em solução (Von Sperling). Esta resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio). Em teores elevados, a dureza causa sabor desagradável e efeitos laxativos na água e, ainda, reduz a formação da espuma do sabão, provoca incrustações nas tubulações e caldeiras.

De acordo com a dureza água pode ser classificada como: água mole (até 50 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ); água moderada (de 50 até 150 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ); água dura (de 150 até 300 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ); água muito dura (acima de 300 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ).

Durante as campanhas de fevereiro e maio de 2023, os valores de dureza da água do rio Verde obtidos a partir dos pontos amostrados variaram de 18,8 a 26,3 mg/L (Tabelas 5 e 6). Esses valores indicam que a água pode ser classificada como "mole", o que é satisfatório, uma vez que a presença de altos níveis de dureza podem levar à formação de depósitos minerais, comprometendo a eficiência dos equipamentos e a

operação da usina. A Resolução CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12 não estabelecem limite para esse parâmetro.

### 2.5.2.8. Fósforo Total

O fósforo está presente em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala doméstica constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (CETESB, 2008).

Altas concentrações de fósforo na água estão associadas com a eutrofização, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas indesejáveis em reservatórios ou águas paradas (PHILIPPI, 2004).

O Fósforo Total possui três valores máximos estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA 36/12 para águas doces de classe 2, com limite de até 0,030 mg/L para ambientes lênticos, até 0,050 mg/L em ambientes intermediários e tributários diretos de ambiente lêntico e até 0,10 para ambientes lóticos.

Nas campanhas dos anos anteriores (novembro/2018 a novembro/2021), os resultados obtidos para esse parâmetro apresentaram-se em acordo com o determinado pelas legislações vigentes, com exceção na campanha de fevereiro de 2021 no P02 (0,08 mg/L), na campanha de agosto de 2021 em todos os pontos (0,14 a 0,21 mg/L) e na campanha de novembro de 2021 no ponto P3 (0,21 mg/L). Nas campanhas de março e maio de 2022, os resultados para esse parâmetro apresentaram-se em conformidade com a legislação (ANEXO 03).

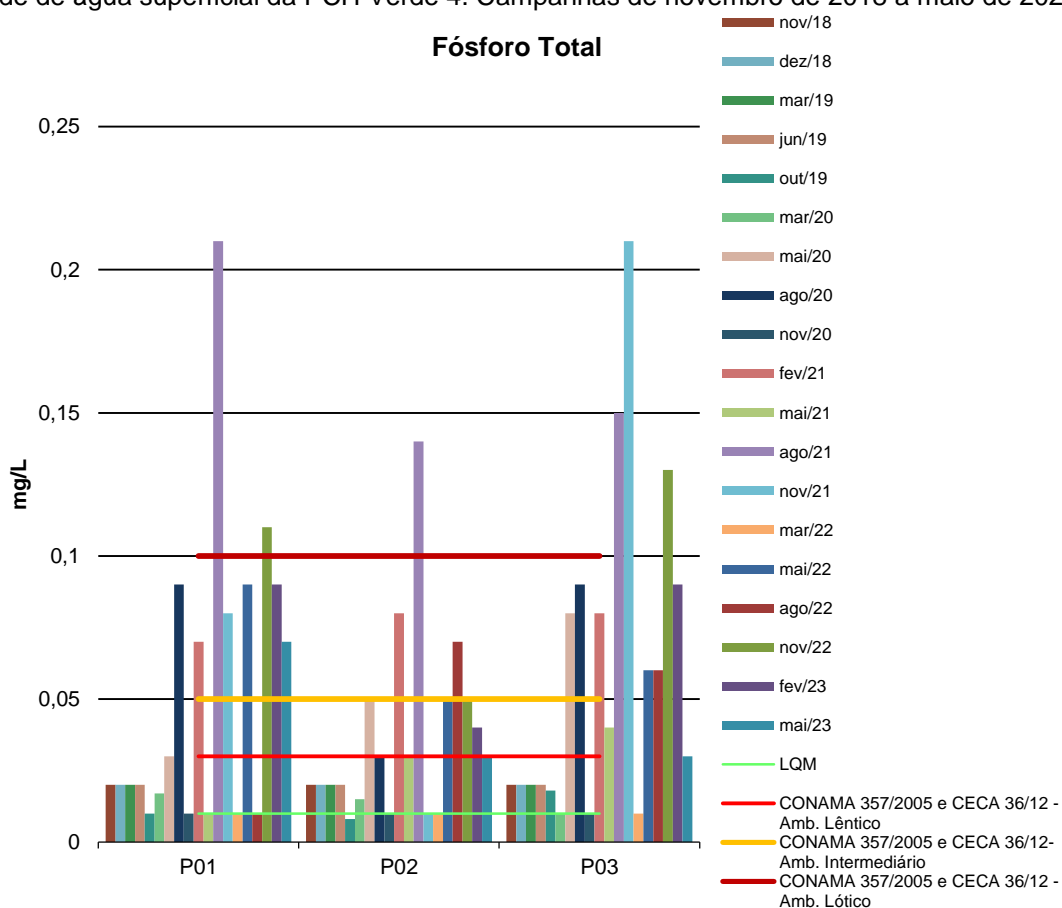


Nas campanhas de agosto e novembro de 2022, os resultados para esse parâmetro estiveram em conformidade com a legislação para a maioria dos pontos, com exceção do P02 em agosto/2022 e P01 e P03 em novembro/2022.

Uma das possíveis causas do aumento da quantidade de fósforo total na água é devido à grande retirada deste nutriente do solo em épocas de chuva, o qual escoava para os corpos de água, sendo esta situação mais agravada em áreas agrícolas (CUNHA *et al.*, 2013).

Nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, todos os resultados estiveram em conformidade com os padrões definidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA 36/12 para águas doces de classe 2.

**Figura 13** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Fósforo Total no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.2.9. Série Nitrogenada

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante devido aos diversos mecanismos, como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos. Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, a drenagem das águas pluviais, associada às deficiências do sistema de limpeza pública, constitui fonte difusa de difícil caracterização.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas sob as formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Quando uma análise demonstra predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo, caso contrário, se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos e são caracterizados como macronutrientes. Quando descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado. A eutrofização pode possibilitar o crescimento mais intenso de seres vivos que utilizam esses nutrientes, especialmente as algas. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos múltiplos usos dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição decorrente da morte e decomposição desses organismos. O controle da eutrofização por meio da redução do aporte de nitrogênio é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas, como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo.

Segundo determinação das legislações vigentes (CONAMA 357/05 e CECA 36/12), os valores máximos permitidos (VMP) para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal,

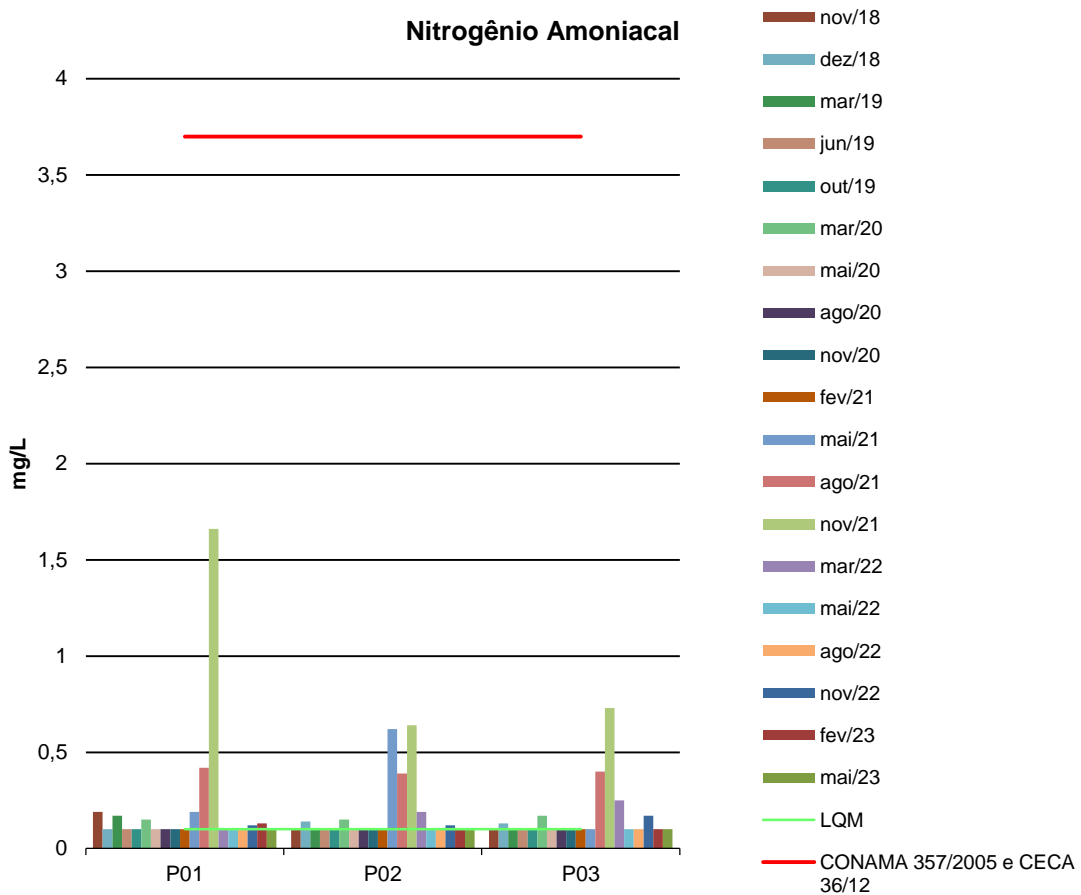




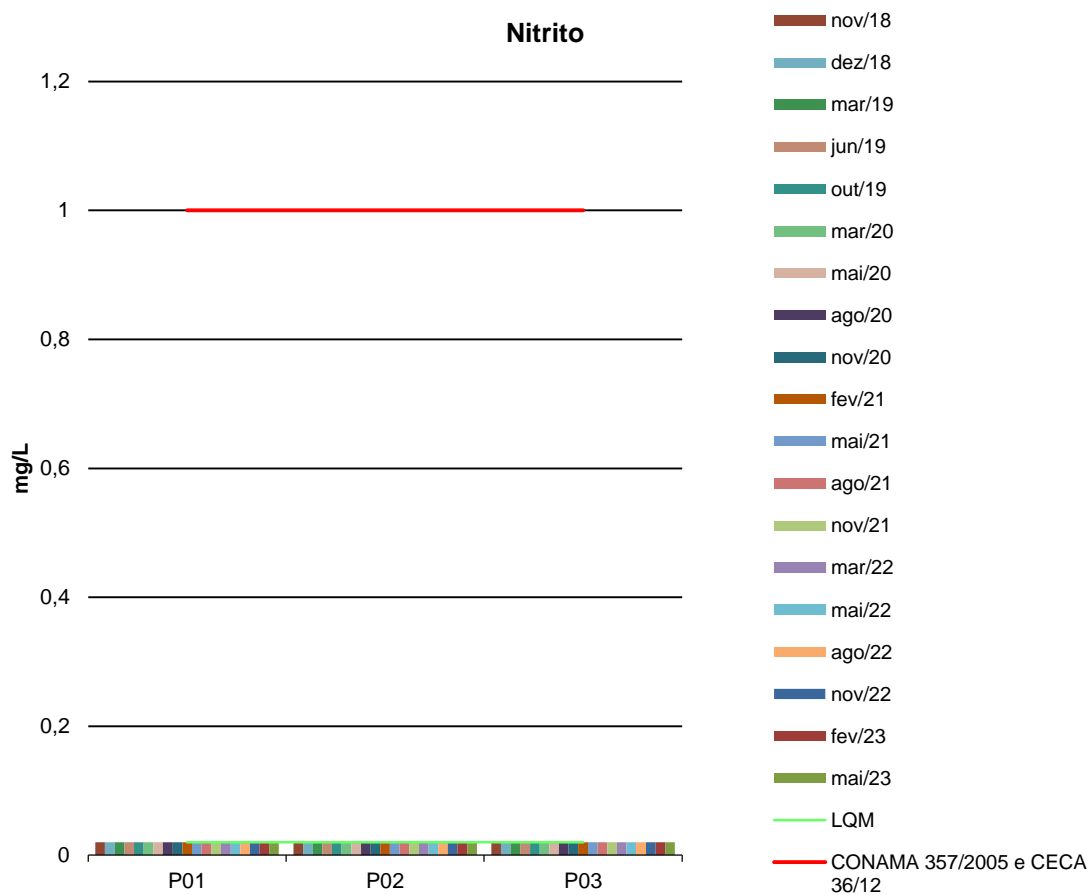
Nitrito e Nitrato são de 3,7 (para  $pH \leq 7,5$ ), 1,0 e 10 mg/L, respectivamente. Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Total e o Nitrogênio Kjeldahl não possuem valores máximos estabelecidos pelas legislações.

Ao longo de todas as campanhas realizadas, os resultados obtidos para o Nitrogênio Amoniacal variaram de  $<0,10$  a 0,73 mg/L. As concentrações de Nitrito se mantiveram abaixo de  $<0,02$  mg/L e os valores de Nitrato permaneceram abaixo de 1,82 mg/L. Dessa forma, todos os resultados referentes à série de nitrogênio estão em conformidade com os limites estabelecidos pelas leis vigentes.

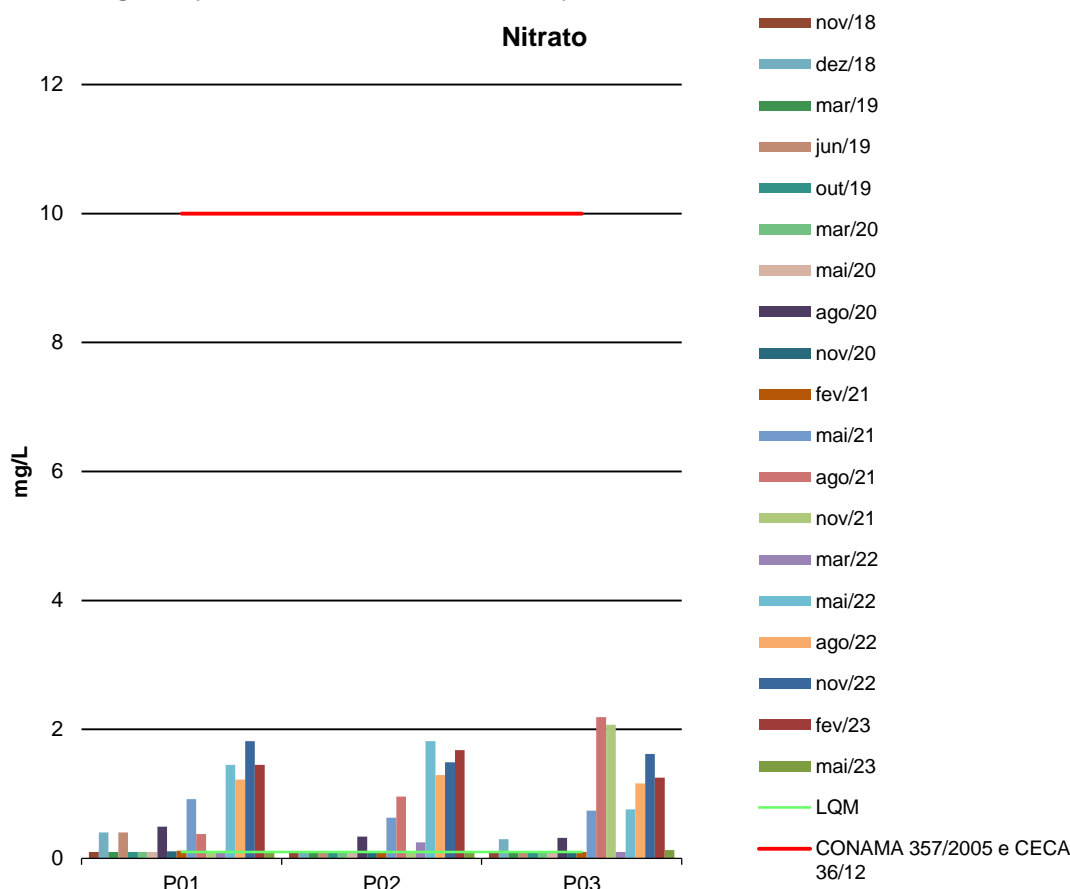
**Figura 14** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrogênio Amoniacal no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



**Figura 15** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrito no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



**Figura 16** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrato no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.2.10. Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras e ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais e outros. A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação por processos biológicos. A presença de óleos e graxas diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo desta forma, a transferência de oxigênio da atmosfera para a água.

As concentrações de Óleos e Graxas foram quantificadas nas campanhas de maio/2021 nos pontos P01 (13,1 mg/L) e P03 (3,6 mg/L), em agosto/2021 no ponto P3 (7,2 mg/L) e em novembro/2021 nos pontos P2 (11,4 mg/L) e P3 (5,8 mg/L)

(Tabelas 5 e 6, Anexo 3). As Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 não determinam limite para esse parâmetro, no entanto, o critério é que não sejam perceptíveis pela visão, olfato e paladar, ou seja, virtualmente ausentes. Esse critério foi observado e constatado em todas as campanhas realizadas, demonstrando que os níveis de óleos e graxas estão dentro dos padrões aceitáveis.

#### **2.5.2.11. Ortofosfato**

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combina com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. A terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, pois sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2006).

Os resultados obtidos para Ortofosfato variaram entre <0,01 e 0,09 mg/L nas campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023 (Tabelas 5 e 6, e ANEXO 3). As Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 não determinam valor máximo permitido para esse parâmetro.

#### **2.5.2.12. Oxigênio Dissolvido**

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e, é proporcional à velocidade. Sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de média velocidade, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa onde a velocidade normalmente é bastante baixa (CETESB, 2008).

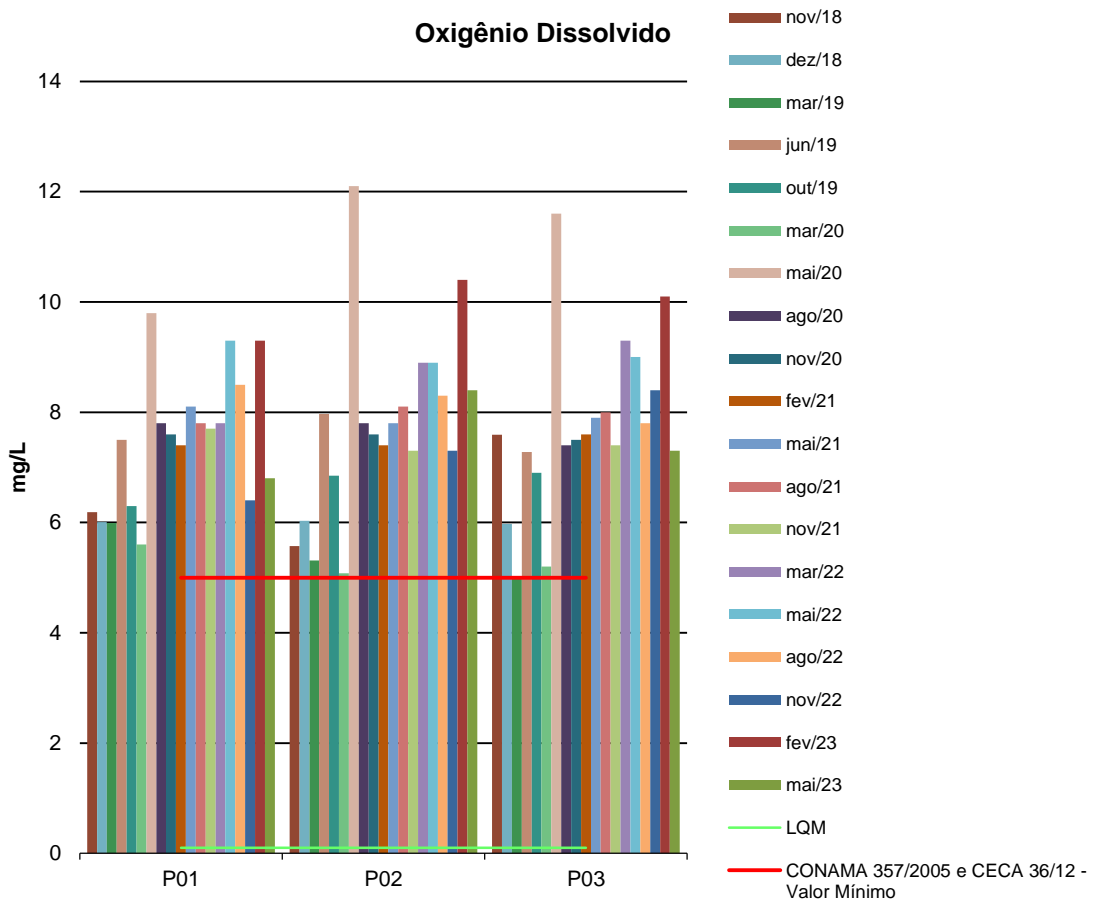
Ainda, segundo a CETESB (2008), águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação.



Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. A medição do teor de oxigênio dissolvido permite avaliar os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d’água natural manter a vida aquática (PHILIPPI, 2004).

Ao longo das campanhas realizadas no período de novembro de 2018 a maio de 2023, os níveis de oxigênio dissolvido (OD) na água se mantiveram acima de 5,0 mg/L, em conformidade com as legislações vigentes.

**Figura 17** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para OD no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.2.13. pH

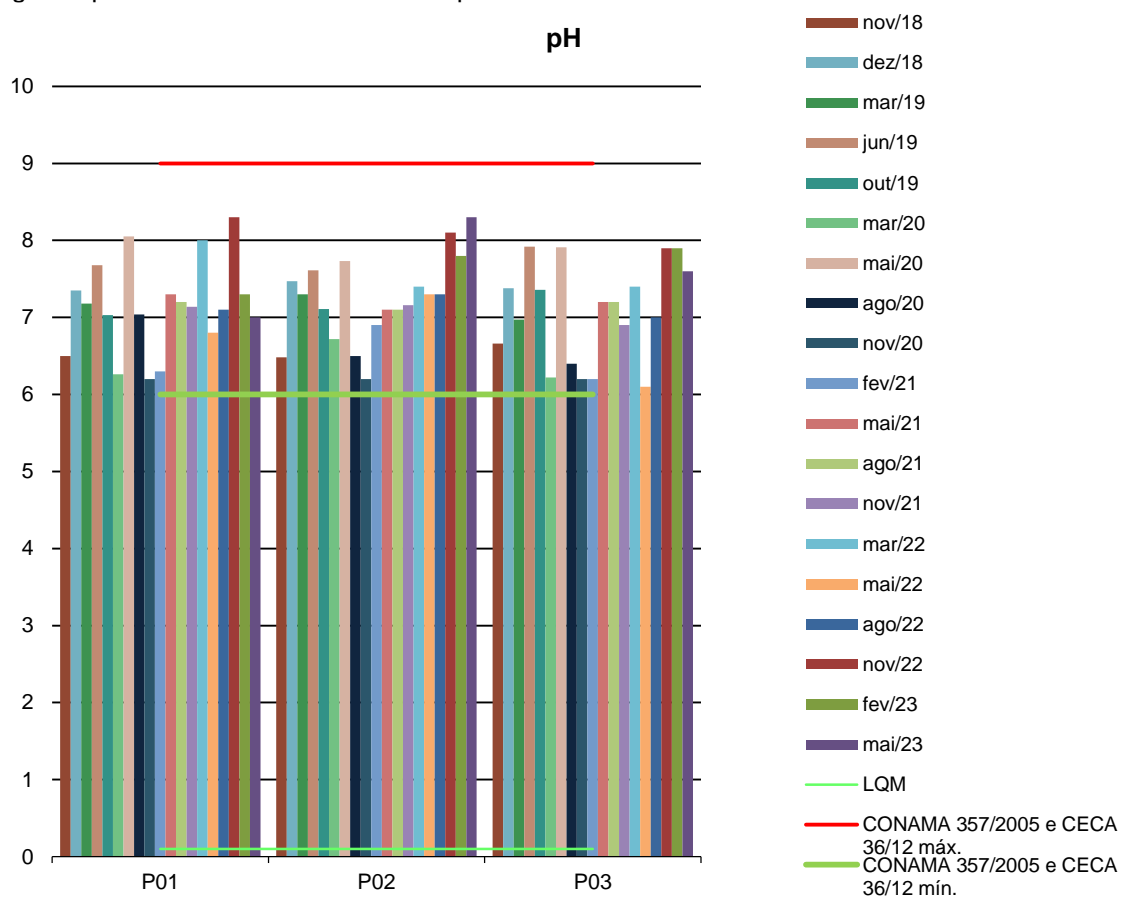
O potencial hidrogeniônico (pH) apresenta-se numa faixa entre 0 a 14 e indica a condição de acidez (pH menor que 7,0), neutralidade (pH igual a 7,0) ou alcalinidade (pH maior que 7,0) da água amostrada.

Segundo Von Sperling (2007), a influência do pH em corpos d'água varia conforme seus valores podendo ser interpretados da seguinte forma:

- Valores elevados ou baixos de pH podem ser indicativos da presença de efluentes industriais;
- Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas;
- Valores de pH afastados da neutralidade podem causar danos aos ecossistemas aquáticos;
- A variação do pH influencia no equilíbrio de compostos químicos, contribuindo para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados, e podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes CETESB (2008).

Em todas as campanhas realizadas, os resultados obtidos para o pH estiveram em conformidade com os limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA 36/12. Durante as campanhas de fevereiro e maio de 2023, os valores de pH variaram entre 7,0 e 8,3, indicando que a condição da água estava dentro da faixa de neutra a moderadamente alcalina.

**Figura 18** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para pH no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



#### 2.5.2.14. Série de Sólidos

Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho e características químicas. Quanto ao tamanho, podem ser classificados em suspensos, colóides e dissolvidos. Quanto à caracterização química, os sólidos podem ser classificados em voláteis e fixos. Sólidos voláteis são aqueles que volatizam a 550 °C. No entanto, é impreciso caracterizar estes sólidos como orgânicos, pois existem alguns sais minerais que volatizam a esta temperatura. Excesso de sólidos na água pode causar alterações de gosto e problemas de corrosão.

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos



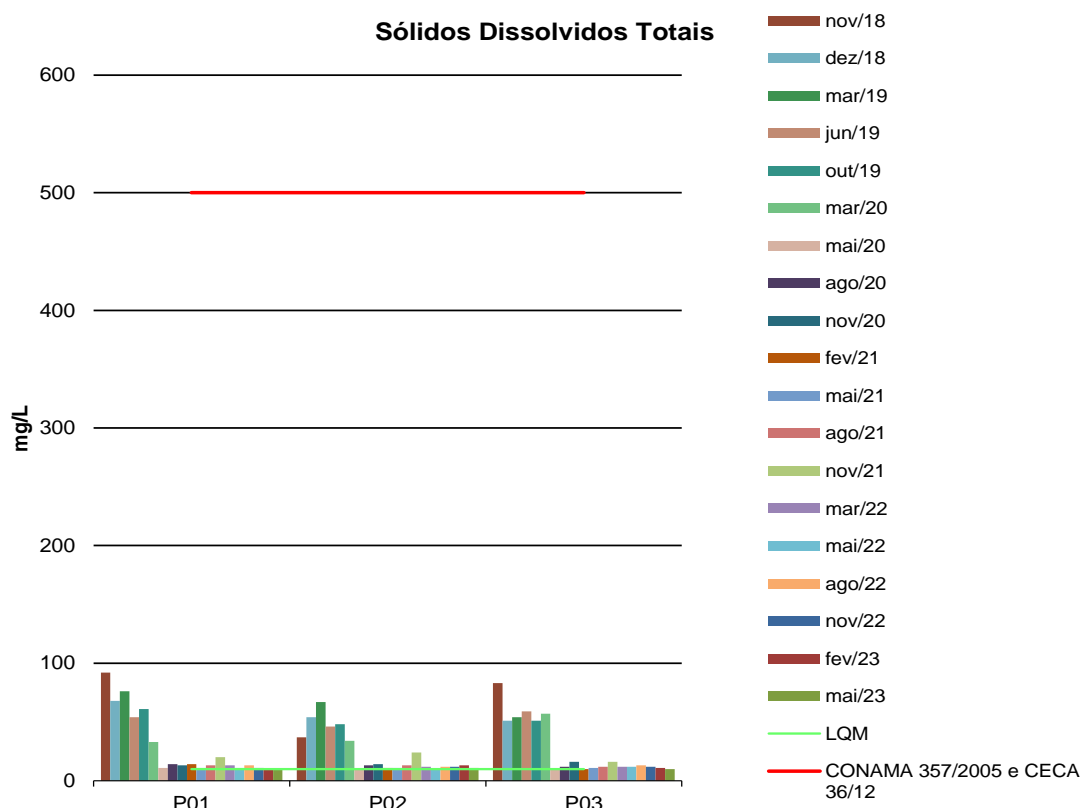
podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição.

Por definição, a concentração de sólidos sedimentáveis de uma amostra é o volume de sólidos em suspensão que se deposita no fundo do cone Imhoff após determinado tempo em ml/L.

Não há valores máximos permitidos estabelecidos pelas legislações vigentes (CONAMA 357/05 e CECA 36/12) para os parâmetros Sólidos Suspensos, Totais e Sedimentáveis. No entanto, para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais, as normas estabelecem um limite máximo de 500 mg/L.

Em todas as campanhas realizadas, os resultados obtidos para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais estiveram em conformidade com as regulamentações, apresentando valores que não ultrapassaram 100 mg/L. Nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, os valores ficaram dentro da faixa de <10,0 a 13,0 mg/L.

**Figura 19** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Sólidos Dissolvidos Totais no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.2.15. Turbidez

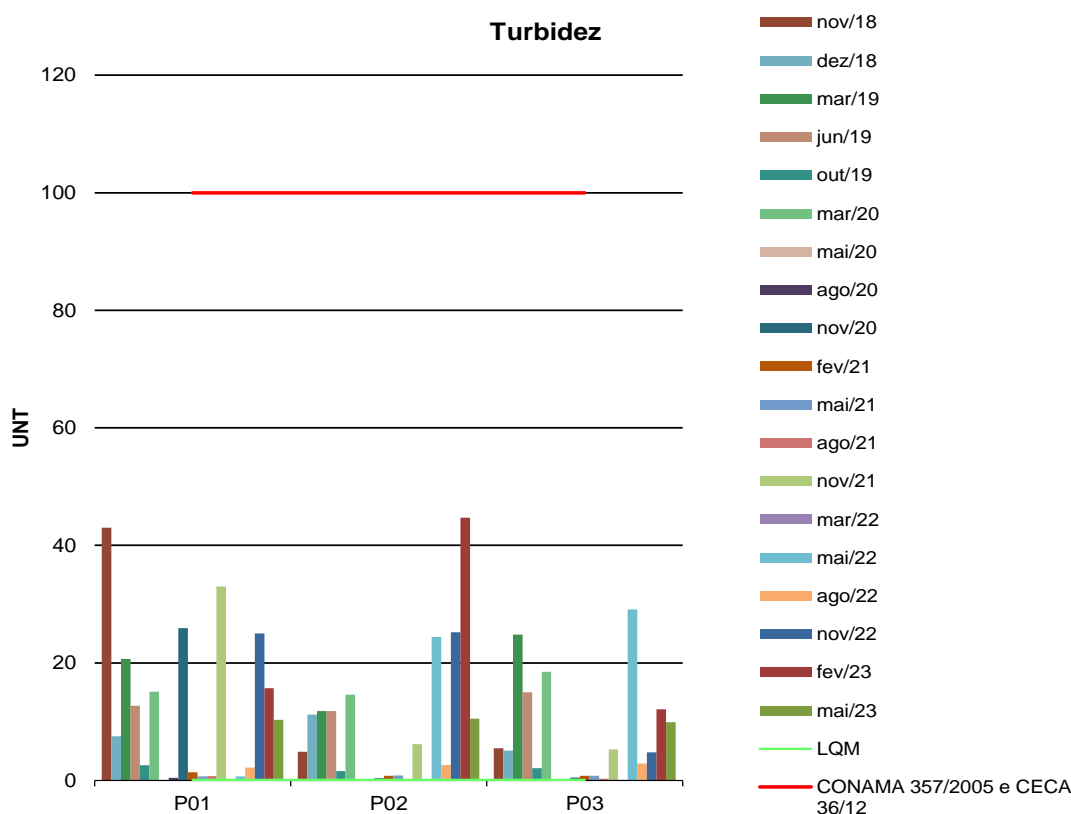
A turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

Os pontos monitorados apresentaram valores de Turbidez variando entre 2,17 e 2,91 UNT na campanha de agosto de 2022 e entre 4,78 (jusante) e 25,2 UNT (reservatório) na campanha de novembro de 2022, sendo assim, todos os valores estão em conformidade com os padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA 36/12 para águas doces de classe 2.

Já nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, a turbidez variou entre 9,9 mg/L (P3) a 10,5 mg/L (P2) em fevereiro e entre 12,1 mg/L (P3) e 44,7 mg/L (P2) em maio.

A variação de turbidez entre o reservatório e a região a jusante pode ser atribuída à retenção de sedimentos em suspensão pela barragem, sendo um dos principais fatores que contribui para as variações observadas (dos SANTOS *et al.*, 2022).

**Figura 20** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Turbidez no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.3. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS E BIOLÓGICAS

#### 2.5.3.1. Coliformes Totais e Termotolerantes

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros bacteriológicos nas campanhas de fevereiro e maio de 2023. Os dados históricos do monitoramento de qualidade da água podem ser observados no **Anexo 3**.

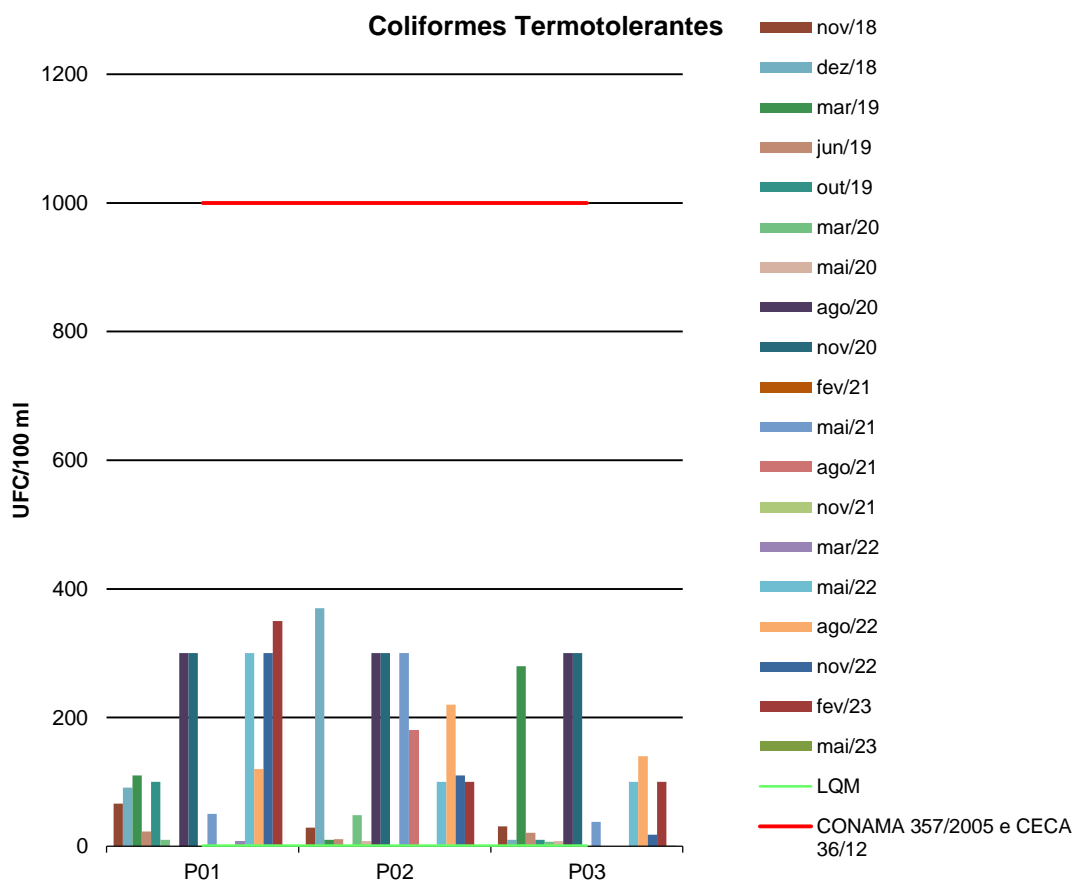
**Tabela 7** - Resultados das análises bacteriológicas. Campanhas de fevereiro e maio de 2023.

Parâmetro	Unidade	P01 Montante	P02 Barramento	P03 Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA 36/12
<b>Fevereiro/2023</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	3,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	---
<b>Maio/2023</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	Ausente	1,0 x 10 <sup>0</sup>	1,0 x 10 <sup>0</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	---

As bactérias do grupo Coliformes são consideradas as principais indicadoras de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros Klebsiella, Escherichia, Serratia, Erwenia e Enterobacter. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais e com o solo. O uso de bactérias coliformes fecais (coliformes termotolerantes) para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso de bactérias coliformes totais, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais.

Os pontos monitorados apresentaram o máximo de 370 colônias do grupo coliformes termotolerantes, registrado no mês de dezembro de 2018 (Anexo 3 – Tabela 2). Esses valores estão significativamente abaixo e em conformidade com as legislações vigentes, que estabelecem um limite máximo de 1000 colônias para águas doces de classe 2.

**Figura 21** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Coliformes Termotolerantes no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2023.



### 2.5.3.2. Clorofila-a, Feofitina-a e Cianobactérias

A Tabela 8 apresenta os resultados das campanhas de fevereiro e maio de 2023 para os parâmetros biológicos. Os dados históricos do monitoramento de qualidade da água podem ser observados no **Anexo 3**.

**Tabela 8** - Resultados das análises biológicas. Campanhas de fevereiro e maio de 2023.

Parâmetros Biológicos	Unidade	P01 Montante	P02 Barramento	P03 Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
<b>Fevereiro/2023</b>					
Cianobactérias	cel/mL	70,0	128,0	52,00	<b>50.000 cel/mL</b>
Clorofila-a	µg/L	0,045	1,882	0,002	<b>≤ 30</b>
Feofitina-a	µg/L	0,046	0,970	<0,001	---
<b>Mai/2023</b>					
Cianobactérias	cel/mL	8,00	4,0	6,0	<b>50.000 cel/mL</b>

Clorofila-a	µg/L	0,001	1,191	0,309	≤ 30
Feofitina-a	µg/L	<0,001	0,614	0,315	---

A Clorofila-a está presente em todas as plantas e algas e é responsável pela coloração verde destas e pela realização da fotossíntese. Em ambiente aquático, em geral, este processo ocorre somente no interior na zona eufótica, sendo efetuado pelas algas microscópicas que integram as comunidades fitoplanctônicas e pelas macrófitas submersas.

Entretanto, as moléculas de clorofila não são estáveis; dependendo das condições do meio, tais como mudanças do pH, temperatura ou luminosidade excessiva, elas podem sofrer degradação, originando produtos conhecidos como feopigmentos. A Feofitina-a, produto da degradação da clorofila-a, pode interferir grandemente nas medidas deste pigmento, por absorver luz na mesma região do espectro que a clorofila-a (CETESB, 2014).

As cianobactérias são microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde (CECA, 2012).

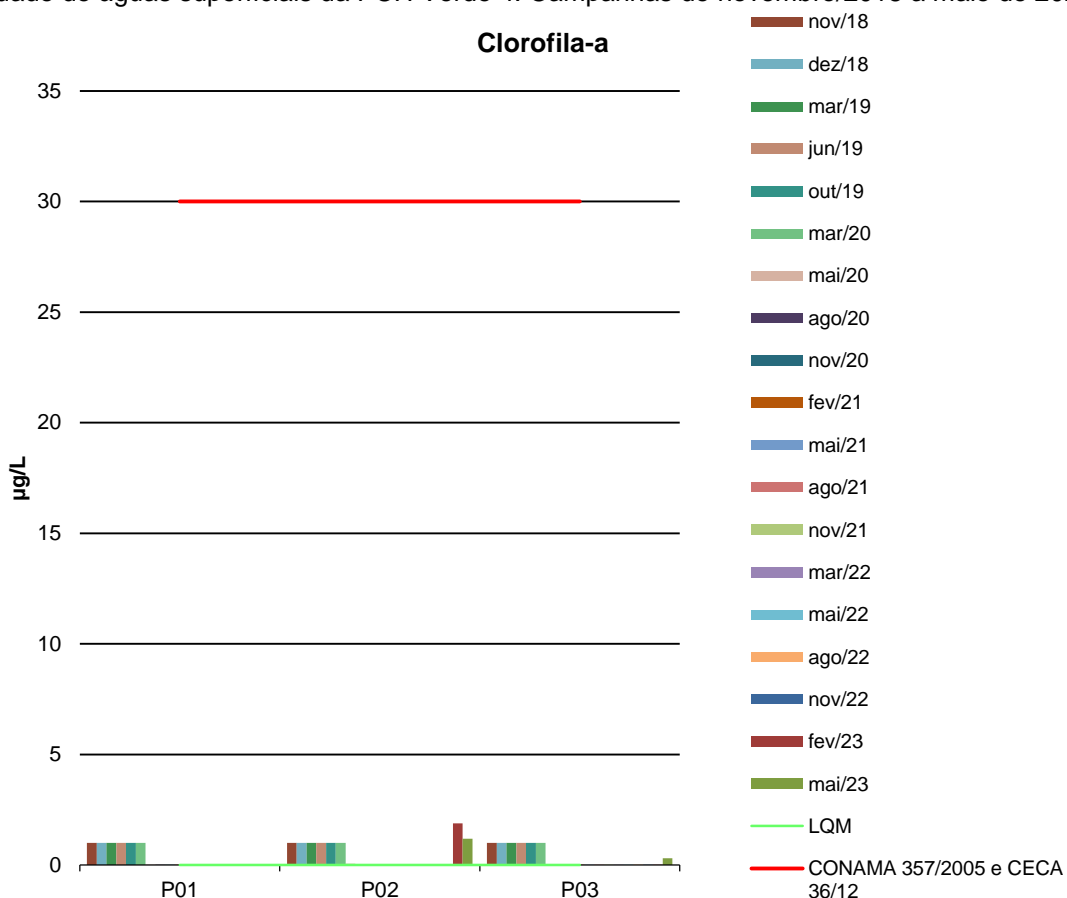
A análise da Feofitina-a teve início a partir de março de 2020. Nas campanhas realizadas em fevereiro e maio de 2023, os valores desse parâmetro variaram de menos de 0,001 µg/L (registrado no ponto P1 em maio) a 0,97 µg/L (no ponto P2 em fevereiro). As legislações vigentes não estabelecem um limite máximo para esse parâmetro.

Os resultados para Clorofila-a apresentaram-se abaixo do LQM nas campanhas de novembro de 2018 a março de 2020 (<1,00 µg/L) e variando abaixo do LQM (<0,001 µg/L) a 0,062 µg/L em maio de 2020, e <0,001 µg/L em agosto e novembro de 2020, em todas as campanhas do ano de 2021 e março e maio de 2022. Durante as campanhas de agosto e novembro de 2022, as concentrações de clorofila-a variaram

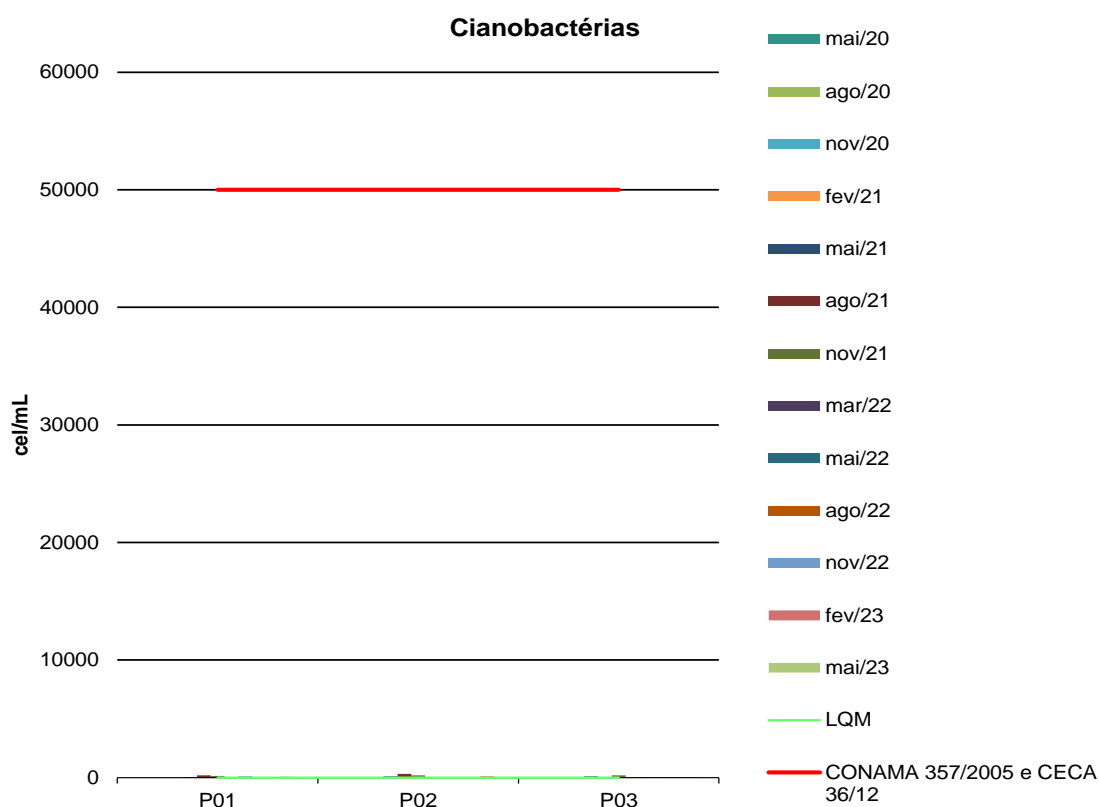
entre <0,001 e 0,012 µg/L. Já nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, os valores variaram entre 0,001 µg/L (P1 em maio) e 1,882 µg/L (P2 em fevereiro). Todos esses resultados estão em conformidade com os padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12, que estabelecem um valor máximo de 30 µg/L para rios de classe 2 (Figura 22).

Quanto às cianobactérias, a análise desse grupo começou a ser realizada a partir da campanha de maio de 2020. Os resultados mostraram concentrações de até 327,0 cel/ml (registradas no ponto P2 em agosto de 2021) nas campanhas realizadas até novembro de 2022. Nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, as concentrações variaram entre 4,0 cel/ml (P2 em maio) e 128 cel/ml (P2 em fevereiro). Todos esses resultados estão consideravelmente abaixo do valor máximo permitido pelas legislações CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12, que estabelecem um limite máximo permitido de 50.000 cel/ml (Figura 23).

**Figura 22** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Clorofila-a no monitoramento de qualidade de águas superficiais da PCH Verde 4. Campanhas de novembro/2018 a maio de 2023.



**Figura 23** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Cianobactérias no monitoramento de qualidade de águas superficiais da PCH Verde 4. Campanhas de maio/2020 a maio de 2023.



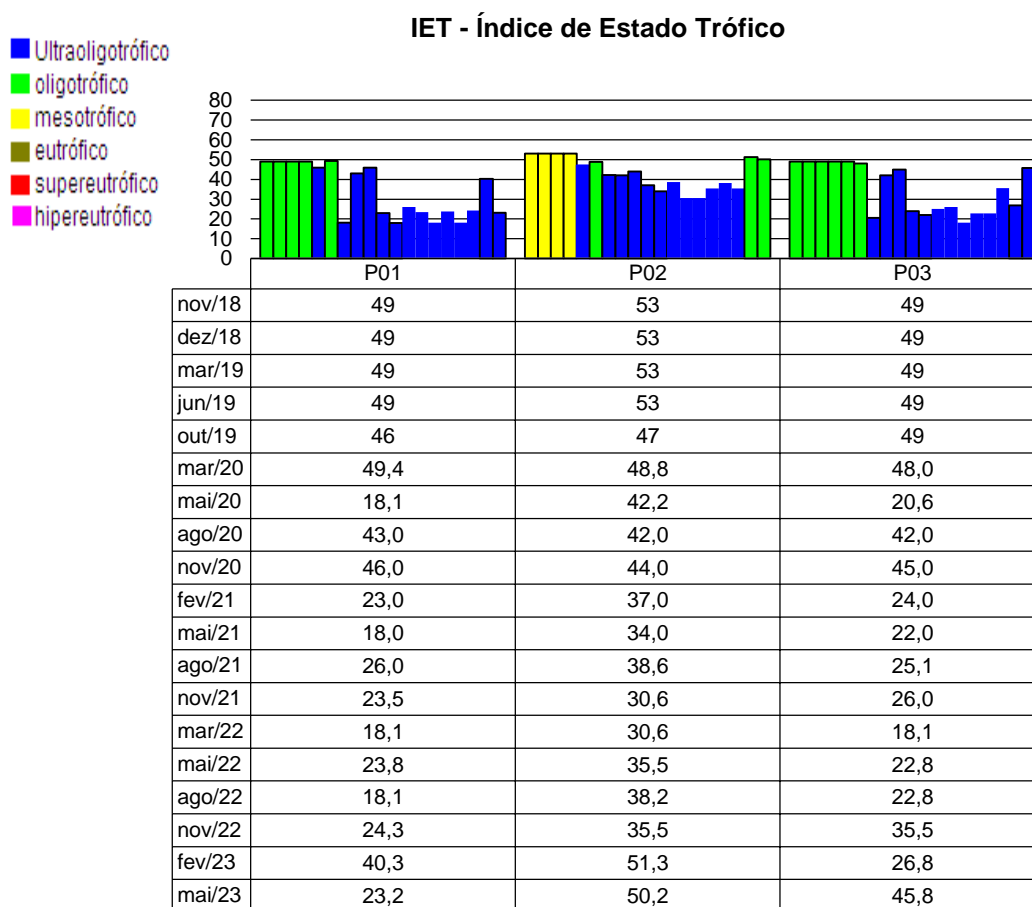
## 2.5.4. ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

### 2.5.4.1. Índice de Estado Trófico (IET)

A Figura 24 apresenta os resultados do IET nas campanhas realizadas entre os meses de novembro de 2018 a maio de 2023. Constatou-se a classe Oligotrófico na maioria das campanhas dos anos de 2018 e 2019, principalmente nos pontos a montante (P1) e a jusante (P3), e Mesotrófico no ponto do reservatório (P2) nas campanhas de novembro de 2018 a junho de 2019. Já nas campanhas de 2020 a 2023 todos os pontos apresentaram a classe Ultraoligotrófico, indicando um ambiente com baixíssima disponibilidade de nutrientes e, portanto, condições de pouca eutrofização, com exceção do reservatório (P2) nas campanhas de fevereiro e maio de 2023, em que ocorreu uma mudança para a classe "Oligotrófico". Isso pode ser atribuído ao aumento da concentração de Clorofila-a registrada nessas campanhas em comparação com as campanhas anteriores, o que levou a uma reclassificação do estado trófico desse ponto específico.



**Figura 24** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos de IET para os pontos monitorados da PCH Verde 4.

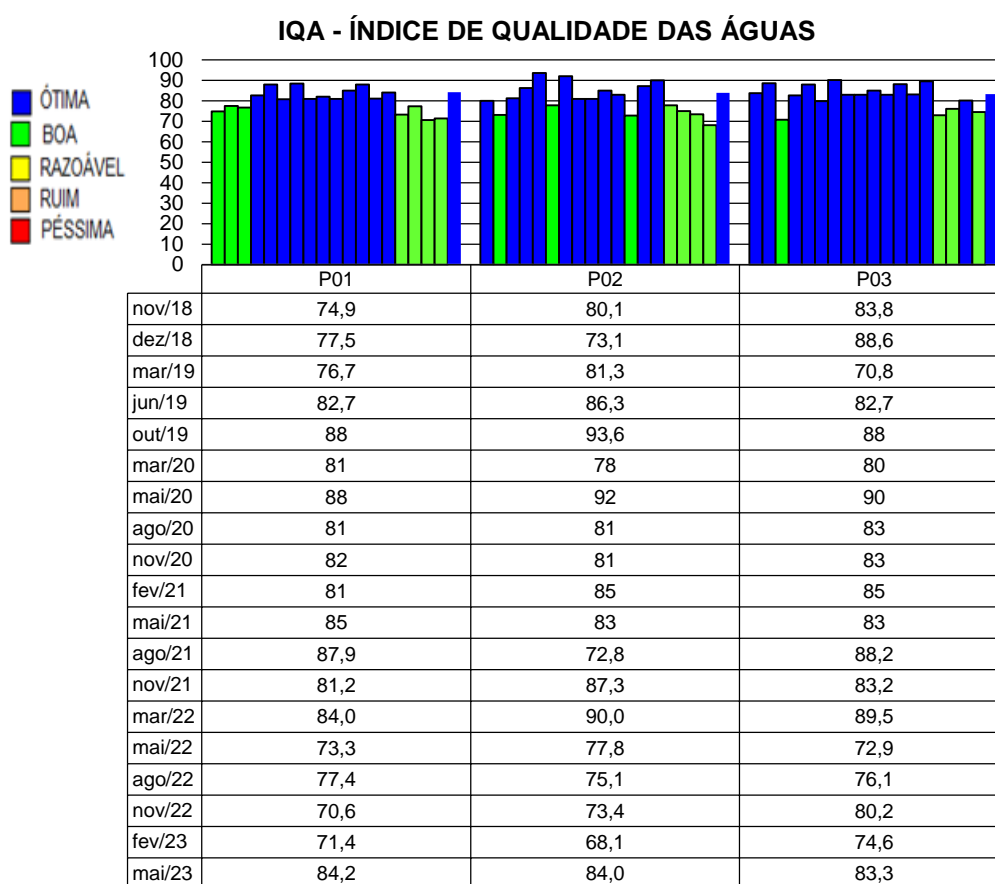


### 2.5.4.2. Índice de Qualidade das Águas (IQA)

A Figura 25 mostra os resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA) obtidos nas campanhas realizadas de novembro de 2018 a maio de 2023 no rio Verde na área de influência da PCH Verde 4. A maioria das campanhas indicou uma classificação "Ótima" para o IQA.

Durante as campanhas realizadas entre fevereiro e maio de 2023, todos os pontos avaliados receberam a classificação "boa" em fevereiro e "ótima" em maio, de acordo com o Índice de Qualidade da Água (IQA). A similaridade dos valores de IQA observados tanto a montante quanto a jusante da usina sugere que a atividade da usina não está tendo um impacto negativo na qualidade da água.

**Figura 25** - Gráfico dos resultados obtidos de IQA para os pontos monitorados no rio Verde – PCH Verde 4.



## 2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresentou os resultados obtidos das campanhas de Monitoramento de Águas Superficiais do rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4, realizadas em fevereiro e maio de 2023, bem como o consolidado dos resultados obtidos ao longo do período pós-enchimento.

Conforme discutido, durante as campanhas realizadas em fevereiro e maio de 2023, os corpos d'água monitorados demonstraram conformidade com as Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12, estabelecidas para águas doces de classe 2.

Além disso, os pontos de monitoramento foram classificados predominantemente como "Ultraoligotrófico" no Índice de Estado Trófico (IET), exceto o Ponto 2 (reservatório), que foi classificado como "Oligotrófico" em ambas as campanhas.

Quanto ao Índice de Qualidade da Água (IQA), este apresentou uma classificação "Boa" em fevereiro e "Ótima" em maio.

Por fim, é válido lembrar que o corpo hídrico é um sistema vivo e dinâmico, passível de alterações das mais diversas fontes, sejam antrópicas como também naturais.

## 2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Normas para análise físico química e microbiológico em água potável, água naturais, efluentes e água minerais.
- ALLAN, J.D.; Castillo, M.M. 2007. Stream ecology: structure and function of running Waters. Segunda edição. Netherlands: Springer. 436p.
- APHA (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22<sup>st</sup> Edition.
- APHA - AWWWA - WPCF. 1985. Standard methods for examination of water and wastewater. 16 ed. Washington: Byrd prepress Springfield. 1134p.
- BARRETO, Luciano Vieira et al . 2014. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. Rev. Ambient. Água, Taubaté , v. 9, n. 1, p. 118-129.
- BICUDO, D. & BICUDO, C. Amostragem em limnologia. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004. 371p.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: RIMA. 2006.
- BORGES, P.A.F. *et al.* Estrutura e dinâmica do fitoplâncton em curto período de tempo em um braço do reservatório de Rosana. Acta Scientiarum, v. 30, n. 1, p. 57-65. 2008b.
- BORGES, P.A.F. *et al.* Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. Hydrobiologia, v. 607, p. 63-74. 2008a.
- BOURRELLY, P. 1988. Lês algues d'eau douce complements tome I: alques vertes, Paris: Société nouvelle dès éditions Boubée.. 183p.
- BREDA, L. S. Avaliação Espaço - Temporal da Qualidade da Água do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil – Região Sul de Minas Gerais.2011. 294 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- 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.
- 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.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.
- 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
- CME. Relatório para Licenciamento Ambiental. Enersul, 2003.



- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.
- CUNHA, R. W.; GARCIA JUNIOR, M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 7, 2013.
- DOS SANTOS, E.V.R., DE SOUZA SILVA, I., NASCIMENTO, D.T.F. AND DA LUZ, M.P., 2022. Aplicação de índices espectrais na avaliação do aporte de sedimentos aos reservatórios das Usinas Hidrelétricas Itumbiara e Batalha (Brasil). *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, 20(2), pp.149-150.
- EDLER, L. Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea, phytoplankton and chlorophyll. [Paris]: Unesco, 38 p. (UNESCO, Working Group, 11, Baltic Marine Biologists). 1979.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 4, n. 1, 2009.
- 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.
- GONZÁLES, A.C. 1996. Las Chlocooccales dulciacuícolas de Cuba. Berlin:J Cramer. 192p.
- HAPPEY-WOOD, C.M.. 1991. Ecology of Freshwater Planktonic Green Algae. In: Sandgren, C.D. (Ed). Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton. New York: Cambridge University Press. p.175-225.
- HELLER, L. & PÁDUA, V. L. (org.) Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859p.
- HUSZAR, V.L.M. & Reynolds, C.S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brazil): responses to gradual environmental change. *Hydrobiologia* 346: 169–181.
- HUSZAR, V. L. M. ; Silva, L. H. S.; Domingos, P.; Marinho, M. & Melo, S. 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia* 369/370: 59–71.
- 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.
- 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.
- KOMÁREK, J. & Agnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota (1.Teil: Chroococcales). Bd. 19/1. In: Ettl, H; Gärtner, G.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. (org). SuBwasserfloraa von Mitteleuropa. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- KOMÁREK, J. & Agnostidis, K. 2005.Cyanoprokariota (2.Teil: Oscillatoriales). Bd 19/2 In: Büdel, B.; Gärtner, G.; Krienitz, L.; Schagerl, M. (org.) SuBwasserfloraa von Mitteleuropa München: Elsevier GmbH.
- KOMÁREK, J. & Fott, B. 1983. Das phytoplankton des Sübwassers. 7.Teil – Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. In Huber-Pestalozzi, G. (Ed). Stuttgart. E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044p.
- LAMPERT, W.; Sommer, U. 2007. Lymnoecology – The Ecology of Lakes and Streams. 2ªEdição. New York: Oxford University Press Inc. 324p.

- 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., ValJauru 22(1): 1-29
- LIND, O. T. Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management. In: STRASKRABA, M., J. G. TUNDISI & A. DUCAN (eds), Comparative reservoir limnology and water quality management. Kluwer Academic Press, Netherlands: 57-67. 1993.
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 688.: il.
- MATO GROSSO DO SUL. DELIBERAÇÃO CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012. IMASUL- Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <[http://www.imasul.ms.gov.br/wpcontent/uploads/sites/74/2015/06/Delibera%C3%A7%C3%A3o\\_CECA\\_MS\\_N%C2%BA36\\_DE\\_27\\_de\\_junho\\_de\\_2012\\_\\_Enquadramento..pdf](http://www.imasul.ms.gov.br/wpcontent/uploads/sites/74/2015/06/Delibera%C3%A7%C3%A3o_CECA_MS_N%C2%BA36_DE_27_de_junho_de_2012__Enquadramento..pdf)> Acesso em: 31 de agosto de 2020.
- 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.
- PÀDISAK, J.; CROSSETTI, L.O. & NASELLI-FLORES, L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. Hydrobiologia 621:1–19.
- PATTINSON, S.N.; GRACÍA-RUIZ, R. & WHITTON, B.A. 1998. Spatial and seasonal variation in denitrification in the Swale-Ouse System, a river Continuum. The Science of the Total Environment. 210/211: 289-305.
- PHILIPPI, JR. A. *et al.* Curso de Gestão Ambiental. São Paulo: Manole, 2004.
- POMPÊO, M. 2017. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros / Marcelo Pompêo. -- São Paulo; Instituto de Biociências da USP. 138 p. : il.
- Projeto PROSAB 2006. Contribuição ao estudo da remoção cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas tratamento de água para consumo humano. Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro. ABES, Sermograf, 504p.
- REYNOLDS, C. S. *et al.* Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. J. Plank. Res., v. 24, p. 417-428. 2002.
- REYNOLDS, C. S. River Plankton: The Paradigm Regained. In: The Ecological Basis for River Management (Eds. HARPER, D. M.; FERGUSON, A. J. D.), pp. 161-174, Wiley, Chichester. 1995.
- REYNOLDS, C. S. Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory. Ecology Institute, Oldendorf. 1997.
- REYNOLDS, C. S.; DESCY, J. P. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. Arch. Hydrobiol. Suppl., v. 113, p. 161-187. 1996.
- RODRIGUES, L. C. *et al.* Assembléias Fitoplanctônicas de 30 Reservatórios do estado do Paraná. In: Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais (Eds. RODRIGUES, L. *et al.* ), pp. 57-72, RIMA, São Carlos. 2005.
- RODRIGUES, M.C., TOMAZONI, J.C. AND GUIMARÃES, E., 2015. Qualidade da Água da Bacia do Rio Capivara, Manancial de Abastecimento do Município de São João-PR. Revista Brasileira de Geografia Física, 8(1), pp.81-92.

- ROJO, C.; COBELAS, M.A. & ARAUZO, M. 1994. An elementary, structural analysis of river phytoplankton. *Hydrobiologia* 289: 43-55
- SANT'ANNA, C. L. *et al.* Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies*, 126: 249-263. 2008.
- 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.
- SCHULZE, E.; SCHUBERT, L.B.; CAVALLI, V.; PACHECO, M.R. 2003. Reconhecimento de Algas e Contagem de Celulas e Cianofíceas nos Mananciais que Abastecem as ETA's do SAMAE de Blumenau. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. Blumenau-SC
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois University Press. 1963. 177 pp.
- SILVA, C. M. M. S; FAY, E. F. (ed) Agrotóxico e ambiente. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 400p.: il.
- SOMMER, U. 1991. Growth and reproductive strategies of planktonic diatoms. In: Sandgren, C.D. (Ed). Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton. New York: Cambridge University Press. p.227-260.
- SUN, J. & LIU, D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25(11): 1331–1346.
- TELL, G. & CONFORTI, V. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. *Bibliotheca Phycologica*. Band 75. Berlin-Stuttgart: Ed. J. Cramer. 301p.
- TRAIN, S. *et al.* Dinâmica Sazonal da Comunidade Fitoplanctônica de um Canal Lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 2000. 389-395.
- TRAIN, S. *et al.* Distribuição Espacial e Temporal do Fitoplâncton em Três Reservatórios da Bacia do Rio Paraná. In: Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais (Eds. RODRIGUES, L. *et al.* ), pp. 73-85, RIMA, São Carlos. 2005.
- TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Phytoplankton assemblages. In: The Upper Paraná River and Its Floodplain: Physical aspects, ecology and conservation (Eds. THOMAZ, S. M. *et al.*), pp. 103-124, Backhuys Publishers, Leiden. 2004.
- TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, M.T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos. 631p.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. int. Verein. Limnol.*, v. 9, p. 1-38. 1958.
- VON SPERLING, M. Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios. 1. ed. vol. 7. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 2007.
- WETZEL, R. G., LINKENS, G.E. *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag. 2000.

## 2.8. ANEXOS

ANEXO 01 – ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.

ANEXO 02 – CERTIFICADOS DE ANÁLISE.

ANEXO 03 – DADOS HISTÓRICOS DO PERÍODO PÓS-ENCHIMENTO.







## **ANEXO 01**

# **ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 20 REGIAO  
MATO GROSSO DO SUL

**CERTIDÃO DE ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - A.R.T**

ART. 1º DO DECRETO Nº 85.877, DE 07 DE ABRIL DE 1981.

Código de Emissão: **945BB678-80CE-488A-A998-06DF699C55D1**

Data de Emissão: **15/06/2023**

Data de Validade: **30/06/2023**

**O CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 20ª REGIÃO**, no uso das atribuições conferidas no artigo 13 da Lei n.º 2.800, de 18 de junho de 1956, Certifica que o estabelecimento da Pessoa Jurídica: **ACARI AMBIENTAL EIRELI**, CNPJ n.º: **10.763.667/0001-08**, cadastrado sob o Processo Administrativo n.º: **2019.20.02.000053** com registro sob o CRQ n.º: **20.5588.00004**, com atividade **5588 - SERVIÇOS DE ANÁLISES E ENSAIOS LABORATORIAIS NÃO ESPECIFICADOS OU NÃO CLASSIFICADOS**, localizado na cidade de **CAMPO GRANDE - MS**, esta devidamente registrado nesta Autarquia Federal e, que o(a) Profissional Sr.(a) **RONEY APARECIDO GOMES**, CPF n.º **554.303.921-20**, portador da Carteira de Identidade Profissional CRQ n.º: **20200002** com o título de **BACHAREL EM QUÍMICA\***, exerce a função de Responsável Técnico do Estabelecimento supracitado com abrangência assumida de **CARGO/FUNÇÃO**. Certificamos ainda que a Pessoa Jurídica e seu Responsável Técnico acima mencionados, encontram-se em situação regular perante este Conselho Regional de Química.

Núcleo de Tecnologia da Informação - (N.T.I)  
Rua Santa Tereza, 59 - Campo Grande - MS

Observações Gerais:

- A conferência dos dados é de responsabilidade do destinatário, devendo a titularidade do CNPJ/CPF ser conferida no sítio da Receita Federal: <http://www.receita.fazenda.gov.br>;
- A autenticidade desta certidão poderá ser verificada no endereço: <http://www.crqxx.gov.br>, até 90 dias da emissão através do código de emissão;
- Esta certidão abrange as Pessoas Jurídicas e Profissionais situadas no Estado de Mato Grosso do Sul e de outros Estado(s) quando devidamente autorizado(s) nesta jurisdição;
- Validação expedida gratuitamente pela internet com base na portaria n.º 001/2009 do CRQ-XX.

**-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-**



**ANEXO 02**  
**CERTIFICADOS DE ANÁLISE**



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 5855/2023

<b>1. DADOS CONTRATAÇÃO</b>	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

<b>2. DADOS DA AMOSTRAGEM</b>	
<b>Ponto de coleta:</b> SP01 – Montante do Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 200.23
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH VERDE 4	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan / Geovan	
<b>Data da coleta:</b> 15/02/2023	<b>Hora da coleta:</b> 10h35min
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 24,3°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 31,3°C
<b>Transparência:</b> 0,8m	
<b>Condições do tempo:</b> Nublado	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 16/02/2023	<b>Resp. recebimento:</b> Gustavo Farinha

<b>3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</b>					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	29,49	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	20,0	250
Condutividade Elétrica	µ s / cm	NBR 14340	0,1	29,1	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	26	≤ 75
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	20,0	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,09	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	1,45	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	0,13	*
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	1,8	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	3,12	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	3,25	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,09	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	9,3	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,3	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	9,29	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	<10,0	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	24,0	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	24,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	6,2	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	15,7	≤ 100



Acari Ambiental Eireli EPP

Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180  
(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692 atendimento@acariambiental.com.br

## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 5855/2023

### 4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	$3,5 \times 10^2$	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	$3,0 \times 10^2$	---

### 5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	70,0	50.000
Clorofila <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,045	≤ 30
Feofitina <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,046	---

### 6. OBSERVAÇÕES

- Analisado de acordo com **USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 22th Edition.**
- Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Campo Grande – MS, 02 de março de 2023



**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 5856/2023

### 1. DADOS CONTRATAÇÃO

<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

### 2. DADOS DA AMOSTRAGEM

<b>Ponto de coleta:</b> SP02 – Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 201.23
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH VERDE 4	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan / Geovan	
<b>Data da coleta:</b> 15/02/2023	<b>Hora da coleta:</b> 11h11min
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 26,1°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 31,5°C
<b>Transparência:</b> 1,2m	
<b>Condições do tempo:</b> Nublado	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 16/02/2023	<b>Resp. recebimento:</b> Gustavo Farinha

### 3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	44,23	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	26,0	250
Condutividade Elétrica	µ s / cm	NBR 14340	0,1	30,2	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	39,0	≤ 75
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	24,0	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,04	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	1,68	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	<0,1	*
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	4,34	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	6,01	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	6,04	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,06	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	10,4	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,8	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	9,21	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	13,0	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	0,2	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	223,8	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	224,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	8,9	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	44,7	≤ 100



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 5856/2023

### 4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	---

### 5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	128,0	50.000
Clorofila <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	1,882	≤ 30
Feofitina <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,970	---

### 6. OBSERVAÇÕES

- Analisado de acordo com **USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 22th Edition.**
- Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Campo Grande – MS, 02 de março de 2023



**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região







## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 5857/2023

### 1. DADOS CONTRATAÇÃO

<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

### 2. DADOS DA AMOSTRAGEM

<b>Ponto de coleta:</b> SP03 - Jusante	<b>Número de amostra:</b> 202.23
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH VERDE 4	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan/Geovan	
<b>Data da coleta:</b> 15/02/2023	<b>Hora da coleta:</b> 11h20min
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 24,3°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 31,5°C
<b>Transparência:</b> 0,7m	
<b>Condições do tempo:</b> Nublado	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 16/02/2023	<b>Resp. recebimento:</b> Gustavo Farinha

### 3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	29,49	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	26,0	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	28,1	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	22,0	≤ 75
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	20,0	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,09	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	1,25	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	<0,1	*
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	1,19	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	2,43	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	2,44	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,08	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	10,1	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,9	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	8,43	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11,0	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	<10,0	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	<10,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	12,1	≤ 100



Acari Ambiental Eireli EPP

Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180  
(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692 atendimento@acariambiental.com.br



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 5857/2023

### 4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	$3,0 \times 10^2$	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	$3,0 \times 10^1$	---

### 5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	52,0	50.000
Clorofila <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,002	≤ 30
Feofitina <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	<0,001	---

### 6. OBSERVAÇÕES

- Analisado de acordo com **USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 22th Edition.**
- Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Campo Grande – MS, 02 de março de 2023

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6303/2023

<b>1. DADOS CONTRATAÇÃO</b>	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

<b>2. DADOS DA AMOSTRAGEM</b>	
<b>Ponto de coleta:</b> SP01 – Montante do Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 611.23
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH VERDE 4	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan / Geovan	
<b>Data da coleta:</b> 25/05/2023	<b>Hora da coleta:</b> 15h05min
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 23,0°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 30,7°C
<b>Transparência:</b> 0,95m	
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25/05/2023	<b>Resp. recebimento:</b> Gustavo Farinha

<b>3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</b>					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	31,4	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	24	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	16,0	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	14	≤ 75
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	18,8	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,07	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	<0,10	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5mg/L N, para pH > 8,5
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	6,83	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	6,8	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	<0,10	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	<10,0	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	19,0	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	28,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	10,3	≤ 100





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6303/2023

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	Ausente	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	2,0 x 10 <sup>2</sup>	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	8,0	50.000
Clorofila <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,001	≤ 30
Feofitina <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	<0,001	---

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisado de acordo com <b>USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 22th Edition.</b></li><li>• Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.</li></ul>

Campo Grande – MS, 15 de Junho de 2023

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6304/2023

1. DADOS CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> SP02 – Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 612.23
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH VERDE 4	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan / Geovan	
<b>Data da coleta:</b> 25/05/2023	<b>Hora da coleta:</b> 12h00min
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 19,1°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 29,5°C
<b>Transparência:</b> 1,2m	
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25/05/2023	<b>Resp. recebimento:</b> Gustavo Farinha

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	31,4	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	31,0	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	16,5	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	14,0	≤ 75
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	10,9	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	26,3	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,03	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	<0,1	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5mg/L N, para pH > 8,5
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	7,85	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	8,4	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	8,3	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	<0,10	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11,0	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	25,0	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	36,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	10,5	≤ 100





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6304/2023

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	$1,0 \times 10^0$	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	$2,0 \times 10^2$	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	4,0	50.000
Clorofila <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	1,191	≤ 30
Feofitina <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,614	---

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisado de acordo com <b>USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 22th Edition.</b></li><li>• Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.</li></ul>

Campo Grande – MS, 15 de junho de 2023

**Roney A. Gomes**  
Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6305/2023

1. DADOS CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> SP03 - Jusante	<b>Número de amostra:</b> 613.23
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH VERDE 4	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan/Geovan	
<b>Data da coleta:</b> 25/05/2023	<b>Hora da coleta:</b> 12h15min
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 20,4°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 29,5°C
<b>Transparência:</b> 0,9m	
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25/05/2023	<b>Resp. recebimento:</b> Gustavo Farinha

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	31,4	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	23,0	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	15,1	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	13,0	≤ 75
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	18,8	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,03	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,13	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	<0,1	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5mg/L N, para pH > 8,5
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	<0,1	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	<0,1	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	7,99	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	7,3	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,6	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	1,21	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	<10,0	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	23,0	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	32,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	9,9	≤ 100





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6305/2023

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	1,0 x 10 <sup>0</sup>	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	2,0 x 10 <sup>2</sup>	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	6,0	50.000
Clorofila <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,309	≤ 30
Feofitina <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,315	---

6. OBSERVAÇÕES					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisado de acordo com <b>USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 22th Edition.</b></li><li>• Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.</li></ul>					

Campo Grande – MS, 15 de Junho de 2023

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região







**ANEXO 03 –**  
**DADOS HISTÓRICOS DO PERÍODO PÓS-  
ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO**

**Tabelas 1 a 17** - Dados históricos do período pós-enchimento (novembro de 2018 a novembro de 2022).

**Tabela 1** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 22 de novembro de 2018 (5 dias pós-enchimento). Fonte: BIOLAQUA, 2018.

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	27,9	29,5	28,7	-
Temperatura da amostra	°C	30,2	28,6	27,8	-
Transparência	cm	0,20	0,60	0,30	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	8,4	12,6	11,6	-
Cloretos	mg/L Cl	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	27,5	28,3	28,1	-
Cor Verdadeira	UH	45	18	21	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<1,5	<1,5	1,6	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<1,5	2,7	3,7	-
Dureza	mg/L	12,8	12,0	15,2	-
Fósforo Total	mg/L P	0,02	0,02	0,02	*
Nitrato	mg/L N	<0,10	<0,10	<0,10	10,0
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,19	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	1,0	0,69	1,0	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	1,0	0,69	1,0	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,81	0,69	1,0	-
Óleos e Graxas	mg/L	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	6,19	5,57	7,59	≥ 5,0
pH	---	6,5	6,48	6,66	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	77	28	73	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	-
Sólidos Suspensos	mg/L	15	9,0	10	-
Sólidos Totais	mg/L	92	37	83	-
Turbidez	UNT	43	4,9	5,5	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>					

Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	6,6 x 10	2,9 x 10	3,1 x 10	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1,7 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<b>≤ 30</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 2** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 18 de dezembro de 2018 (1 mês pós-enchimento). Fonte: BIOLAQUA, 2018.

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	30,2	36,2	35,5	-
Temperatura da amostra	°C	28,0	33,9	28,7	-
Transparência	cm	0,30	0,30	0,40	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13,7	14,7	12,6	-
Cloretos	mg/L Cl	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	25,5	28,0	28,5	-
Cor Verdadeira	UH	19,0	28,0	28,5	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	4,0	4,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	7,0	11,2	11,0	-
Dureza	mg/L	16,0	10,0	13,8	-
Fósforo Total	mg/L P	0,02	<0,02	<0,02	*
Nitrato	mg/L N	0,4	0,1	0,3	10,0
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	<0,10	0,14	0,13	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,60	0,39	0,60	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,20	0,29	0,3	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	0,15	0,17	-
Óleos e Graxas	mg/L	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,02	<0,02	<0,02	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	6,01	6,03	5,97	≥ 5,0
pH	---	7,35	7,47	7,38	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	36,0	19,0	26,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	-
Sólidos Suspensos	mg/L	32,0	35,0	25,0	-
Sólidos Totais	mg/L	68	54	51	-

Turbidez	UNT	7,5	11,2	5,1	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	9,1 x 10	3,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<b>≤ 30</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 3** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 19 de março de 2019 (3 meses pós-enchimento). Fonte: BIOLAQUA, 2019.

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	29,3	31,2	31,6	-
Temperatura da amostra	°C	27,4	28,6	29,2	-
Transparência	cm	0,30	0,50	0,30	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13,0	12,0	13,0	-
Cloretos	mg/L Cl	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	22,6	24,0	24,8	-
Cor Verdadeira	UH	40,0	25,0	24,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<1,5	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	1,8	2,8	2,1	-
Dureza	mg/L	10,0	11,0	12,4	-
Fósforo Total	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,10	0,10	10,0
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,17	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,50	0,36	0,34	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,40	0,36	0,34	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,23	0,30	0,31	-
Óleos e Graxas	mg/L	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	5,99	5,31	5,00	≥ 5,0
pH	---	7,18	7,30	6,97	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	71,0	40,0	32,0	500,0

Sólidos Sedimentáveis	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	-
Sólidos Suspensos	mg/L	5,0	27,0	22,0	-
Sólidos Totais	mg/L	76,0	67,0	54,0	-
Turbidez	UNT	20,7	11,8	24,8	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1,1 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10	2,8 x 10 <sup>2</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,7 x 10 <sup>3</sup>	7,3 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	---
<b>Análises Bacteriológicas</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<b>≤ 30</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 4** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 25 de junho de 2019 (6 meses pós-enchimento). Fonte: BIOLAQUA, 2019.

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	27,5	27,8	27,3	-
Temperatura da amostra	°C	22,9	24,7	23,5	-
Transparência	cm	0,40	0,30	0,30	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13,5	11,4	12,5	-
Cloretos	mg/L Cl	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	25,4	24,8	25,4	-
Cor Verdadeira	UH	6,0	7,0	9,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	1,8	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	2,2	1,7	-
Dureza	mg/L	8,8	11,2	8,0	-
Fósforo Total	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	*
Nitrato	mg/L N	0,40	0,10	0,40	10,0
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	<0,10	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,63	0,30	0,58	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,23	0,20	0,18	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,20	0,17	0,17	-
Óleos e Graxas	mg/L	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	-

Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	7,50	7,97	7,28	≥ 5,0
pH	---	7,68	7,61	7,92	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	51	44,0	54,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	-
Sólidos Suspensos	mg/L	<5	<5,0	5,0	-
Sólidos Totais	mg/L	54	46,0	59,0	-
Turbidez	UNT	12,7	11,8	15,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	2,3 x 10	1,1 x 10	2,1 x 10	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,4 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<b>≤ 30</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 5** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 29 de outubro de 2019 (10 meses pós-enchimento). Fonte: BIOLAQUA, 2019.

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	28,6	33,6	33,2	-
Temperatura da amostra	°C	27,6	30,6	29,5	-
Transparência	cm	0,4	0,6	0,3	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13,2	13,5	13,7	-
Cloretos	mg/L Cl	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	31,1	27,4	27,3	-
Cor Verdadeira	UH	8,0	8,0	9,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<1,5	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<1,5	<1,5	<1,5	-
Dureza	mg/L	11,6	12,0	11,0	-
Fósforo Total	mg/L P	0,010	<0,008	0,018	*
Nitrato	mg/L N	<0,10	<0,10	<0,10	10,0
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	<0,10	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,54	0,39	0,28	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,54	0,39	0,28	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,46	<b>0,30</b>	0,23	-

Óleos e Graxas	mg/L	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	6,30	6,85	6,90	≥ 5,0
pH	---	7,03	7,11	7,36	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	49,0	38,0	37,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	-
Sólidos Suspensos	mg/L	12,0	10,0	14,0	-
Sólidos Totais	mg/L	61,0	48,0	51,0	-
Turbidez	UNT	2,6	1,6	2,1	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0	1,0 x 10	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	7,3 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>2</sup>	6,9 x 10 <sup>2</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	<b>≤ 30</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 6** - Resultados das análises Físico-químicas, bacteriológicas e biológicas – Março/2020.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03	
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	1,0	8,2	8,3	13,3	-
Cloretos	mg/L Cl	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	1,0	22,4	23,0	24,0	-
Cor Verdadeira	UH	5,0	21,0	21,0	23,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	1,5	<1,5	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	1,5	<1,5	<1,5	<1,5	-
Dureza	mg/L	5,0	13,6	12,4	12,4	-
Fósforo Total	mg/L P	0,008	0,017	0,015	0,010	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	0,15	0,15	0,17	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	0,64	0,74	0,76	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	0,64	0,74	0,76	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	0,49	0,59	0,59	-
Óleos e Graxas	mg/L	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	V.A.

Ortofosfato	mg/L P	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,20	5,60	5,08	5,20	≥ 5,0
pH	---	0,1	6,26	6,72	6,22	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	1,07	18,9	16,5	19,0	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	33,0	34,0	57,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Sólidos Suspensos	mg/L	5,0	32,0	25,0	36,0	-
Sólidos Totais	mg/L	28,0	65,0	59,0	93,0	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	250,0
Turbidez	UNT	0,3	15,1	14,6	18,5	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>						
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	1,0 x 10 <sup>1</sup>	4,8 x 10 <sup>1</sup>	6,8 x 10 <sup>0</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>						
Clorofila-a	µg/L	0,001	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30
Feofitina-a	µg/L	0,001	<1,00	<1,00	<1,00	---

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos

\*\*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

**Tabela 7 - Resultados das análises Físico-químicas, bacteriológicas e biológicas – Maio/2020.**

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03	
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	6,0	7,0	6,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	21,6	21,6	22,0	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	47,2	17,3	7,1	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-
Dureza	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,03	0,05	0,08	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	19,80	11,74	14,35	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	19,65	11,61	14,16	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	20,13	11,93	14,59	-



Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	9,8	12,1	11,6	≥ 5,0
pH	---	0,1	8,05	7,73	7,91	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	22,03	21,46	19,82	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	11	<10	<10	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	21	40	32	-
Sólidos Totais	mg/L	10	32	40	32	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	7,0	<5,0	<5,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>						
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	Ausente	0,8 x 10 <sup>1</sup>	0,8 x 10 <sup>1</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	2,0 x 10	5,8x 10 <sup>1</sup>	6,5x 10 <sup>1</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>						
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	0,062	<0,001	<b>≤ 30</b>
Feofitina-a	µg/L	0,001	226,93	<0,001	352,39	---
Cianobactérias	cel/mL	1,0	Ausente	Ausente	Ausente	<b>50.000 cel/mL</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos

\*\*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5< pH ≤8,0 | 1,0 para 8,0< pH ≤8,5.

**Tabela 8** - Resultados das análises Físico-químicas, bacteriológicas e biológicas – Agosto/2020.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03	
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	1,0	<5,0	<5,0	<5,0	-
Cloretos	mg/L Cl	5,0	4,2	17,0	11,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	1,0	16,0	17,0	17,0	-
Cor Verdadeira	UH	5,0	2,7	<1,0	<1,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	1,5	<3,0	<3,0	<3,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	1,5	<10,0	<10,0	<10,0	-
Dureza	mg/L	5,0	<2,0	<2,0	<2,0	-
Fósforo Total	mg/L P	0,008	0,09	0,03	0,09	*
Nitrato	mg/L N	0,10	0,49	0,34	0,32	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**

Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	4,47	4,58	2,83	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	4,47	4,58	2,83	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	4,96	4,92	3,15	-
Óleos e Graxas	mg/L	10,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,02	0,02	0,04	0,03	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,20	7,8	7,8	7,4	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,04	6,50	6,4	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	1,07	0,60	<0,10	<0,10	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	14	13	12	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	-
Sólidos Suspensos	mg/L	5,0	54	<10	12	-
Sólidos Totais	mg/L	28,0	68	13	24	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	2,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Turbidez	UNT	0,3	0,46	<0,1	0,17	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>						
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>						
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>
Feofitina-a	µg/L	0,001	132,43	<0,001	113,21	---
Cianobactérias	cel/mL	1,0	Ausente	Ausente	Ausente	<b>50.000 cel/mL</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes léticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 9** - Resultados das análises Físico-químicas, bacteriológicas e biológicas – Novembro/2020.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03	
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	25,0	30,0	31,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	22,4	25,2	25,7	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	58,8	13,4	26,1	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-
Dureza	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*

Nitrato	mg/L N	0,10	0,11	<0,10	<0,10	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	4,54	2,70	2,73	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	4,54	2,70	2,73	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	3,65	2,72	2,76	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	7,6	7,6	7,5	≥ 5,0
pH	---	0,1	6,20	6,20	6,2	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	5,03	5,00	5,32	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	13	14	16	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	135	10	74	-
Sólidos Totais	mg/L	10	148	24	92	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	9,8	250,0
Turbidez	UNT	0,1	25,9	0,4	0,5	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>						
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	---
<b>Análises Biológicas</b>						
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>
Feofitina-a	µg/L	0,001	72,26	<0,001	64,62	---
Cianobactérias	cel/mL	1,0	Ausente	Ausente	Ausente	<b>50.000 cel/mL</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 10** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 3 de fevereiro de 2021.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	5,5	7,6	6,0	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	<3,0	30,0	<3,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	25,5	26,0	28,0	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	34,2	36,5	25,5	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0

DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,07	0,08	0,08	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	0,12	<0,10	<0,10	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	4,12	4,60	4,14	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	4,09	4,58	4,09	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	4,34	4,65	4,19	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	0,03	0,05	0,04	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	7,4	7,4	7,6	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	6,3	6,9	6,2	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	5,48	5,97	6,54	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	14	11	10	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	16	11	50	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	30	22	60	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	1,4	0,8	0,8	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	Ausente	Ausente	Ausente		<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	Ausente	Ausente	Ausente		---
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<b>≤ 30</b>
Feofitina-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001		---
Cianobactérias	cel/mL	1,0	Ausente	Ausente	Ausente		<b>50.000 cel/mL</b>

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 11** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 26 de maio de 2021.

Parâmetro	Unidade	L.Q. M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/LCaCO <sub>3</sub>	5,0	6,1	6,1	7,6	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	<3,0	4,0	5,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	27,1	26,9	27,1	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	3,9	2,1	2,3	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	<0,01	0,03	0,04	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	0,92	0,63	0,74	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	0,19	0,62	<0,10	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	9,64	4,56	13,07	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	9,45	3,93	12,33	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	10,57	5,19	13,81	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	13,1	<2,0	3,6	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	8,1	7,8	7,9	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,3	7,1	7,2	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	9,20	9,60	8,01	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	11	11	11	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	17	41	<10	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	28	52	20	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	11,3	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	0,71	0,83	0,79	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	1,4 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>1</sup>	1,5 x 10 <sup>1</sup>	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	5,0 x 10 <sup>1</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,8 x 10 <sup>1</sup>	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	187,9113	161,8947	2,2275	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	32	111	125	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 12** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 04 de agosto de 2021.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	6,06	<5,0	<5,0	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	20,0	23,0	19	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	27,4	27,5	28,3	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	<1,0	3,7	2,4	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	48,9	50,9	52,8	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,21	0,14	0,15	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	0,38	0,96	2,19	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	0,42	0,39	0,40	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	14,71	8,95	17,29	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	14,29	8,56	16,89	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	15,1	9,92	19,49	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	7,2	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	7,8	8,1	8,0	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,2	7,1	7,2	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	6,47	8,35	8,43	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	13,0	13,0	12,0	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	59	3,0	<10	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	72,0	16	<10	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	0,74	0,25	0,3	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	Ausente	1,8 x 10 <sup>2</sup>	Ausente	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	Ausente	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	7,573	14,879	<0,001	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	200,0	327,0	29,0	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 &lt; pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes léticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 13** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 24 de novembro de 2021.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	12,13	6,06	9,1	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	30,0	18,0	30,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/cm	0,1	58,0	27,0	20,4	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	64,1	<1,0	31,1	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	33,3	46,9	45,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,08	<0,01	0,21	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,1	<0,1	2,07	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	1,66	0,64	0,73	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	8,71	12,44	7,38	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	7,05	11,8	6,65	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	8,73	12,44	9,45	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	11,4	5,8	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	7,7	7,3	7,4	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,14	7,16	6,9	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	20,0	24,0	16,0	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	32,0	6,0	60,0	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	52,0	18,0	76,0	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	33,0	6,2	5,3	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	Ausente	Ausente	Ausente	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	1,0 x 10 <sup>1</sup>	2,5 x 10 <sup>1</sup>	1,6 x 10 <sup>2</sup>	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	11,215	17,391	8,624	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	153,0	186,0	202,0	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 &lt; pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.



**Tabela 14** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em março de 2022.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	<3,0	42,0	<3,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	18,0	25,0	37,0	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	19,0	42,0	25,0	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	17,6	17,6	15,6	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,10	0,25	<0,10	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	0,19	0,25	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	21,82	18,34	26,89	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	21,80	18,15	26,64	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	21,83	18,65	26,91	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	7,8	8,9	9,3	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	8,0	7,4	7,4	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	6,22	6,53	7,15	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	13	12	12	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	1,5	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	27	132	52	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	40	144	64	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	8,9	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	0,8 x 10 <sup>1</sup>	Ausente	Ausente	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	1,2 x 10 <sup>1</sup>	1,8 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>1</sup>	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	4,3659	5,8806	3,1185	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	<1,0	33,0	25,0	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 &lt; pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.



**Tabela 15** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em maio de 2022.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	13,0	10,0	15,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	20,1	23,3	19,4	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	9,0	10,0	10,0	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	7,7	10,5	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	19,4	26,7	-	-
Dureza	mg/L	2,0	10,4	11,0	11,3	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,09	0,05	0,06	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	1,45	1,82	0,76	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	17,13	1,77	14,33	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	17,05	13,04	14,26	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	18,60	14,94	15,09	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	1,2	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	0,09	0,09	0,04	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	9,3	8,9	9,0	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	6,8	7,3	6,1	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	15,52	11,16	10,50	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	11	<10	12	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	17	44	40	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	28	44	52	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	0,71	24,4	29,1	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	7,751	1,871	3,653	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	98	1,0	44	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 &lt; pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 16** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em agosto de 2022.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	6,0	4,0	<3,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	18,2	20,1	28,1	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	6,0	7,0	6,0	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	<3,0	3,5	4,1	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	<10,0	11,6	13,6	-	-
Dureza	mg/L	2,0	13,1	12,1	13,1	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	<0,01	0,07	0,06	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	1,22	1,29	1,16	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	16,99	16,52	13,57	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	16,90	16,48	13,46	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	18,21	17,81	14,73	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	0,03	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	8,5	8,3	7,8	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,1	7,3	7,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	18,19	17,6	17,17	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	13	12	13	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	27	48	87	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	40	60	100	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	2,17	2,64	2,91	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	1,2 x 10 <sup>2</sup>	2,2 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	0,002	<0,001	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	1,604	0,089	3,653	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	9	27,0	44	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 &lt; pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

**Tabela 17** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em novembro de 2022.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5,0	36,9	29,5	36,9	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	26,0	26,0	26,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/cm	0,1	25,2	29,9	27,4	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	32,0	19,0	7,0	75,0	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,0	6,6	3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10,0	25,3	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	16,0	18,0	14,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,11	0,05	0,13	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	1,82	1,49	1,62	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	0,12	0,12	0,17	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	11,47	11,13	7,12	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	11,35	11,01	6,95	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	13,29	12,62	8,74	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	0,07	<0,01	0,05	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	0,1	6,4	7,3	8,4	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	8,3	8,1	7,9	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	8,52	8,5	8,31	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	11	12	12	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	37	24	<10	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	48	36	16	-	-
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	5,0	<5,0	15,5	17,2	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	25,0	25,2	4,78	100,0	100,0
<b>Análises Bacteriológicas</b>							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>1</sup>	<b>1000</b>	
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	---	
<b>Análises Biológicas</b>							
Clorofila-a	µg/L	0,001	<0,001	<0,001	0,012	<b>≤ 30</b>	
Feofitina-a	µg/L	0,001	5,880	3,385	11,226	---	
Cianobactérias	cel/mL	1,0	16	20,0	44	<b>50.000 cel/mL</b>	

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.

Amônia: \*3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5 &lt; pH ≤ 8,0 | 1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.

Fósforo: \*\*0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos.

## **ANEXO 02**

### **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: NÍVEL D'ÁGUA E QUALIDADE DA ÁGUA**



# PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

**Relatório Técnico 2023-1**

**PCH VERDE 4**

**Savana Geração de Energia S.A**

**Água Clara - MS**

**Agosto/2023**



**Acari Ambiental Eireli EPP**  
**Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180**  
**(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692**  
**atendimento@acariambiental.com.br**

## ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR .....	3
2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA .....	4
3. ÁREA DE ESTUDO .....	4
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
4.1. Medição do nível d'água.....	7
4.2. Purga do Poço.....	7
4.3. Recuperação do Nível de Água.....	7
4.4. Coleta das Amostras.....	7
4.5. Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos .....	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	8
5.1. Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos .....	8
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
8. ANEXOS.....	33

## 1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR

### 1.1. EMPREENDEDOR

#### **PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A**

Endereço: Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/MS

CNPJ: 11.151.033/0001-59

### 1.2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO

#### **Acari Sustentabilidade – Acari Ambiental Eireli EPP**

Endereço: Avenida Padre João Crippa, 2552, Monte Castelo, Campo Grande – MS

CEP: 79.010-180

CNPJ: 10.763.667/0001-08

Inscrição Estadual: 28427641-3

Site: [acarisustentabilidade.com.br](http://acarisustentabilidade.com.br)

E-mail: [atendimento@acariambiental.com.br](mailto:atendimento@acariambiental.com.br)

Tel.: (67) 3222-6201

### 1.3. RESPONSÁVEL TÉCNICO



**Roney A. Gomes**

Químico Responsável

CRQ 20200002 – XX Região



## 2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Em atendimento à condicionante nº 3 da Licença de Operação nº 481/2018 expedida pelo IMASUL/MS, o presente relatório descreve os resultados da campanha semestral do Programa de Monitoramento de Água Subterrânea na área de influência da PCH Verde 4, Água Clara – MS, realizada em 25 de maio de 2023.

O Programa de Monitoramento de Água Subterrânea da PCH Verde 4 baseia-se no conhecimento das características do lençol freático da área de influência do empreendimento, monitorando a qualidade da água por meio de análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, com o intuito de evidenciar possíveis impactos ambientais gerados pela atividade.

O padrão de qualidade estabelecido tem como base as Resoluções CONAMA 396/2008 e CONAMA 420/2009. Ressalta-se que a CONAMA 396/08 estabelece valores máximos permitidos para quatro usos preponderantes, entretanto, as águas subterrâneas monitoradas não se enquadram em nenhum desses usos, sendo assim, foram adotados os valores menos restritivos para a comparação dos resultados.

## 3. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na região que compreende a área de influência da Pequena Central Hidrelétrica Verde 4, localizada no rio Verde, município de Água Clara, Mato Grosso do Sul. A referida PCH tem o potencial de 19 MW, com um reservatório de 10,53 km<sup>2</sup>, nas coordenadas 19° 58' 36" S e 54° 16' 18" W. O acesso a usina pode ser através da estrada MS-357 partindo de Ribas do Rio Pardo, ou através da MS-324 e MS-245 partindo de Água Clara. O rio Verde é um importante afluente do rio Paraná, fazendo parte da sub-bacia do rio Paraná.

O monitoramento abrange seis poços de monitoramento pré-estabelecidos pela contratante. A Tabela 1 descreve as coordenadas dos poços de monitoramento, a Figura 1 apresenta o mapa de localização e a Figura 2 ilustra os poços nas campanhas realizadas nos dias 26 de maio e 30 de novembro de 2022.





**Tabela 1** - Identificação dos pontos de monitoramento de água subterrânea e coleta de água e suas coordenadas.

Pontos de Coleta	Identificação do Ponto	Coordenadas Geográficas
P1	Poço de Monitoramento 01	19° 58.217'S; 53° 15.947'O
P2	Poço de Monitoramento 02	19° 55.039'S; 53° 18.341'O
P3	Poço de Monitoramento 03	19° 53.728'S; 53° 18.919'O
P4	Poço de Monitoramento 04	19° 55.896'S; 53° 18.083'O
P5	Poço de Monitoramento 05	19° 56.641'S; 53° 17.813'O
P6	Poço de Monitoramento 06	19° 57.885'S; 53° 18.331'O

**Figura 1** - Pontos de monitoramento de água superficial da PCH Verde 4. Fonte: Bing Maps, 2023.

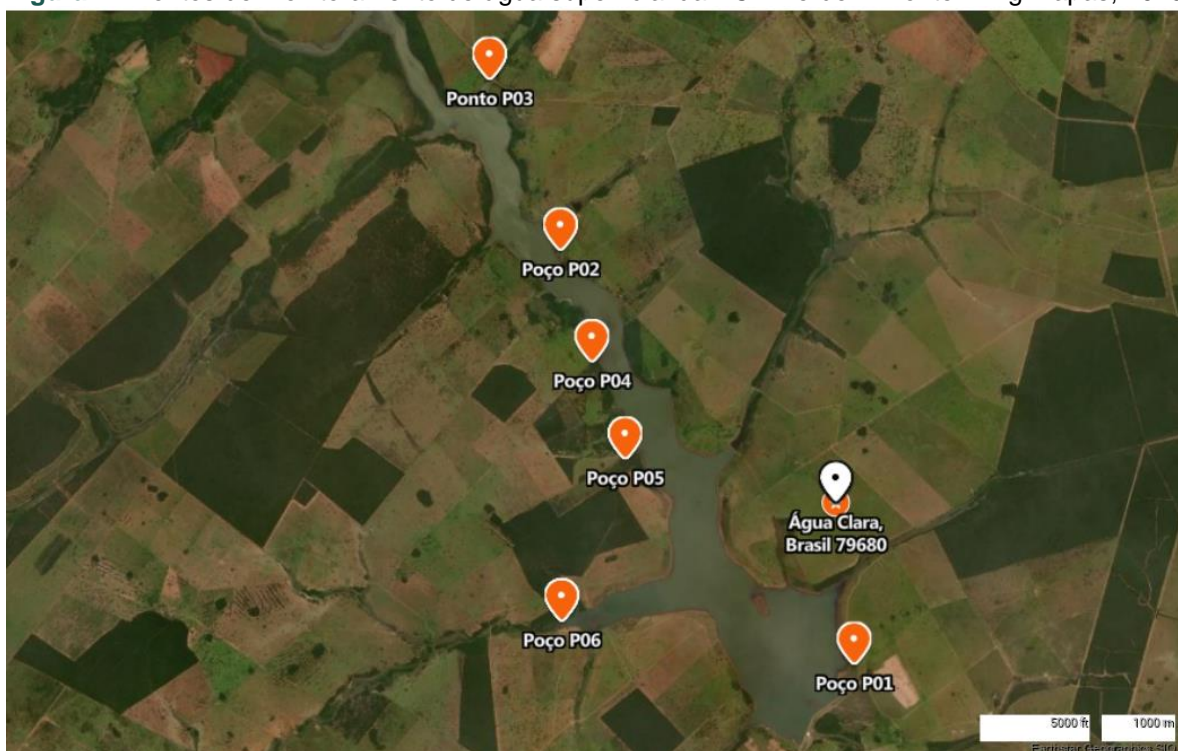




Figura 2 - Poços de monitoramento da PCH Verde 4. Pontos de cima para baixo: P1 a P6. Campanha de maio/2023.





## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Medição do nível d'água

Consistiu na medição do nível estático e profundidade total com o uso de medidor eletrônico de nível estático e dinâmico para poços.

### 4.2. Purga do Poço

Consistiu na retirada de 02 (duas) vezes o volume de água contida no poço para eliminação de água, cujas características não são representativas do lençol freático devido à formação de processos de volatilização, oxidação e complexação.

### 4.3. Recuperação do Nível de Água

Após a purga, aguardou-se a recuperação do nível de água do poço para então iniciar o processo de amostragem.

### 4.4. Coleta das Amostras

Foram utilizados *Bailers* HSBD – 95 descartáveis de polietileno, sendo um Bailer individual para cada poço. A Figura 4 ilustra a amostragem.

**Figura 4** - Procedimento de amostragem com Bailers HSBD – 95.



#### 4.5. Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos

Os procedimentos de amostragem e coleta dos parâmetros físico-químicos foram preconizados pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - CETESB-ANA/2011. A temperatura das amostras e do ambiente foi aferida com a utilização de termômetro de bulbo de mercúrio. Seguem descritos os materiais utilizados para as coletas de amostra de água conforme o tipo de análise a ser realizada:

- i. Análises físico-químicas: frascos de polietileno com volumes de 300mL;
- ii. Análises microbiológicas: frascos de vidro borossilicato com volumes de 125 ml ;
- iii. Análises de metais: frasco de 300 mL, preservado com ácido nítrico;
- iv. Análise das substâncias inorgânicas (Fósforo Total e Nitrogênio Total): frascos de 300 ml preservados com ácido sulfúrico até pH < 2;
- v. Análises de Oxigênio dissolvido: frascos de Winkler.

Todas as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas preenchidas com gelo em cubos para preservação e em seguida enviadas ao laboratório de análises.

As análises das amostras foram realizadas de acordo com normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>th</sup> Edition*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos

Na Tabela 2, são apresentados os valores de profundidade total e nível estático dos poços monitorados durante as campanhas semestrais realizadas entre 2020 a 2023. As Tabelas 3 a 9 exibem os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas durante essas campanhas.

Ressalta-se que o poço de monitoramento P4 encontrava-se totalmente seco durante as coletas da campanha de maio de 2020, bem como o P5 nas campanhas de novembro de 2020, maio e novembro de 2021 e 2022, e maio de 2023.



Tabela 2 - Dados de campo da coleta durante as campanhas de maio de 2020 a maio de 2023.

Campanha de Maio de 2020						
Ponto de Coleta	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Data da coleta	29.05.2020	29.05.2020	29.05.2020	29.05.2020	29.05.2020	29.05.2020
Hora da coleta	09h10min	10h50min	07h40min	10h30min	10h02min	09h40min
Temperatura do ar (°C)	20,7	24,1	13,5	24,0	19,4	18,8
Temperatura da amostra (°C)	22,4	27,2	24,3	Seco	26,1	24,0
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	10,6	7,8	6,40	2,90	10,1	7,0
Coluna d'água (m)	2,0	4,0	5,50	Seco	3,0	4,0
Nível da Água (m)	8,6	3,8	0,9	Seco	7,1	3,0
Campanha de Novembro de 2020						
Ponto de Coleta	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Data da coleta	06.11.2020	06.11.2020	06.11.2020	06.11.2020	06.11.2020	06.11.2020
Hora da coleta	13h50min	14h13min	14h30min	09h35min	11h00min	10h00min
Temperatura do ar (°C)	28,0	28,0	27,5	28,0	28,0	28,0
Temperatura da amostra (°C)	25,0	25,0	25,0	26,0	Seco	26,0
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	0,5	5,2	2,0	1,5	Seco	6,0
Nível da Água (m)	10,5	2,8	4,5	1,5	Seco	1,0
Campanha de Maio de 2021						
Ponto de Coleta	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Data da coleta	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021
Hora da coleta	15h18min	16h12min	14h30min	17h17min	-	15h42min
Temperatura do ar (°C)	28,0	28,0	27,5	30,0	-	28,0
Temperatura da amostra (°C)	25,0	25,0	25,0	22,0	Seco	26,0
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	1,5	4,5	2,0	0,5	Seco	5,0
Nível da Água (m)	9,5	3,5	4,5	2,5	Seco	2,0
Campanha de Novembro de 2021						
Ponto de Coleta	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Data da coleta	24.11.2021	24.11.2021	24.11.2021	24.11.2021	24.11.2021	24.11.2021



Hora da coleta	16h27min	12h51min	13h34min	14h07min	-	15h20min
Temperatura do ar (°C)	30,4	31,7	31,9	30,7	-	30,3
Temperatura da amostra (°C)	20,7	21,4	23,7	22,1	Seco	21,3
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,4	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	0,5	4,2	5,2	0,3	Seco	6,5
Nível da Água (m)	10,5	3,8	1,2	2,7	Seco	0,5
<b>Campanha de Maio de 2022</b>						
<b>Ponto de Coleta</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
Data da coleta	26.05.2022	26.05.2022	26.05.2022	26.05.2022	26.05.2022	26.05.2022
Hora da coleta	17h01min	13h09min	13h09min	09h41min	-	16h36min
Temperatura do ar (°C)	26,9	27,5	31,9	20,4	-	26,9
Temperatura da amostra (°C)	19,3	19,9	23,7	26,9	Seco	22,1
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	1,0	5,4	5,5	2,5	Seco	6,5
Nível da Água (m)	10,0	2,6	1,0	0,5	Seco	0,5
<b>Campanha de Novembro de 2022</b>						
<b>Ponto de Coleta</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
Data da coleta	30.11.2022	30.11.2022	30.11.2022	30.11.2022	30.11.2022	30.11.2022
Hora da coleta	14h23min	12h51min	13h34min	14h01min	-	15h20min
Temperatura do ar (°C)	30,4	33,1	33,0	27,0	-	30,3
Temperatura da amostra (°C)	20,7	20,4	20,9	19,4	Seco	21,3
Condições Climáticas	Chuva nas últ.48h	Chuva nas últ.48h	Chuva nas últ.48h	Chuva nas últ.48h	Chuva nas últ.48h	Chuvoso
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	5,0	4,0	4,5	1,5	Seco	4,0
Nível da Água (m)	6,0	4,0	2,0	1,5	Seco	3,0
<b>Campanha de Maio de 2023</b>						
<b>Ponto de Coleta</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
Data da coleta	25.05.2023	25.05.2023	25.05.2023	25.05.2023	25.05.2023	25.05.2023
Hora da coleta	14h03min	16h12min	13h23min	17h14min	15h30min	16h08min
Temperatura do ar (°C)	30,8	26,1	30,8	24,0	30,0	26,3
Temperatura da amostra (°C)	19,8	20,0	20,4	20,9	Seco	19,3



Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	2,5	4,0	4,0	1,0	Seco	5,0
Nível da Água (m)	8,5	4,0	2,5	2,0	Seco	2,0

**Tabela 3** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de maio de 2020.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	9,8	<5,0	<5,0	-	<5,0	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	9,0	4,0	4,0	-	<3,0	<3,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	124	14	92	-	76	50	---	---
Cor	mg/L	149,8	<5,0	157,7	-	<5,0	7,6	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	<3,0	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<10,0	<10,0	<10,0	-	<10,0	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	78,2	<2,0	39,1	-	39,1	39,1		
Ferro Total	mg/L Fe	<0,10	<0,10	0,30	-	<0,10	<0,10	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	0,31	0,17	-	0,42	0,26	---	---
Nitrato	mg/L N	0,71	<0,10	0,69	-	2,51	<0,10	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	<0,02	0,03	<0,02	-	<0,02	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	1,00	0,20	0,19	-	0,25	<0,10	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	15,26	14,87	9,85	-	23,20	21,64	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	14,96	14,76	9,71	-	23,01	21,25	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	15,62	15,05	10,30	-	26,60	21,83	---	---
Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	0,07	-	0,27	0,21	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,5	6,7	6,7	-	6,8	6,4	---	---
pH	---	5,8	5,43	5,70	-	5,3	5,38	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	100	<10	60	-	51	36	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	32	24	<10	-	73	<10	---	---
Sólidos Totais	mg/L	132	24	68	-	124	36	---	---
Turbidez	UNT	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	0,97	---	---



Parâmetros bacteriológicos									
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	-	Ausente	Ausente	---	---

**Tabela 4** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de novembro de 2020.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	8,6	<5,0	5,76	<5,0	-	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	28,0	25,0	30,0	31,0	-	28,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	153,4	51,5	75,2	32,7	-	24,3	---	---
Cor	mg/L	281,9	6,7	<5,0	12,0	-	8,8	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	---	---
Ferro Total	mg/L Fe	0,20	<0,10	<0,10	0,04	-	0,50	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	0,08	0,02	<0,01	-	<0,01	---	---
Nitrato	mg/L N	0,20	<0,10	0,36	0,10	-	<0,10	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	0,04	<0,02	0,04	0,02	-	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	<0,10	<0,10	0,40	<0,10	-	<0,10	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	3,81	3,05	2,82	2,83	-	6,10	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	3,81	3,05	2,42	2,81	-	6,06	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	4,41	3,10	3,22	2,95	-	6,15	---	---
Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,5	6,4	6,6	6,6	-	6,4	---	---
pH	---	5,9	5,56	5,80	6,00	-	6,3	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	49	34	49	49	-	34	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	127	146	31	67	-	66	---	---
Sólidos Totais	mg/L	176	180	80	116	-	100	---	---
Sulfato	Mg/L SO <sub>4</sub>	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	<5,0	---	---
Turbidez	UNT	0,9	0,2	<0,1	0,7	-	0,5	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	0,4x10	Ausente	0,4x10	Ausente	-	0,2x10	---	---



**Tabela 5** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de maio de 2021.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	22,74	<5,0	10,61	12,1	-	15,1	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	-	7,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	28,1	27,1	27,3	26,1	-	28,2	---	---
Cor	mg/L	71,3	52,3	64,5	42,3	-	41,2	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	<2,0	<2,0	5,9	7,8	-	<2,0		
Ferro Total	mg/L Fe	2,20	0,60	<0,10	<0,10	-	0,20	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	---	---
Nitrato	mg/L N	1,00	0,59	0,33	0,21	-	0,52	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	0,20	0,52	0,41	0,23	-	0,36	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	6,70	3,88	7,88	10,13	-	7,55	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	6,50	3,36	7,47	9,90	-	7,19	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	7,70	4,48	8,23	10,35	-	8,09	---	---
Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	8,1	8,0	7,9	7,9	-	8,3	---	---
pH	---	7,4	6,90	7,10	7,30	-	7,1	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	68	<10	27	22	-	36	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	12	18	185	58	-	28	---	---
Sólidos Totais	mg/L	80	24	212	80	-	64	---	---
Turbidez	UNT	15,71	14,8	16,1	11,3	-	7,1	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	0,7x10 <sup>1</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	Ausente	0,8x10 <sup>1</sup>	-	3,0x10 <sup>2</sup>	---	---

**Tabela 6** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de novembro de 2021.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	16,68	<5,0	10,61	18,2	-	13,6	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	26,0	26,0	<3,0	20,0	-	25,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	134,1	9,0	83,0	77,0	-	51,0	---	---
Cor	mg/L	85,8	9,4	408,6	28,1	-	30,3	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	91,1	25,4	58,7	62,6	-	43,0		
Ferro Total	mg/L Fe	0,20	0,2	0,30	<0,10	-	0,30	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<b>2,21</b>	<b>2,50</b>	2,00	-	<b>2,25</b>	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	<0,01	0,10	<0,01	-	0,04	---	---
Nitrato	mg/L N	0,55	<0,10	<0,10	0,46	-	<0,10	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	0,82	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	1,11	<0,10	0,57	0,25	-	0,61	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	3,78	4,49	3,82	3,61	-	11,14	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	2,66	4,45	3,24	3,36	-	10,40	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	5,15	4,59	3,91	4,08	-	11,14	---	---
Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,6	6,5	6,4	6,3	-	6,2	---	---
pH	---	6,7	7,29	7,3	6,7	-	6,6	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	73	<10	41	37	-	24	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	<10	20	251	19	-	<10	---	---
Sólidos Totais	mg/L	73	24	292	56	-	28	---	---
Turbidez	UNT	0,61	0,6	1,0	0,2	-	0,3	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	---



**Tabela 7** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de maio de 2022.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	9,26	<5,0	5,4	7,8	-	5,5	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	8,0	8,0	11,0	12,0	-	11,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	12,0	18,1	23,4	19,9	-	22,3	---	---
Cor	mg/L	21,0	<1,0	4,0	<1,0	-	<1,0	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	10,5	9,6	4,8	5,7	-	<3,0	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	26,7	24,2	12,1	14,5	-	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	36,2	5,3	43,4	34,6	-	22,3		
Ferro Total	mg/L Fe	0,10	<0,10	0,30	<0,10	-	<0,10	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	0,42	0,22	1,94	0,36	-	0,37	---	---
Nitrato	mg/L N	1,82	1,02	2,84	2,48	-	0,53	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	0,09	<0,02	-	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	0,18	<0,10	<0,10	<0,10	-	<0,10	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	4,27	6,34	10,05	5,72	-	10,58	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	4,09	6,25	9,95	5,60	-	10,48	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	6,09	7,34	12,89	8,20	-	11,11	---	---
Ortofosfato	mg/L P	0,10	0,08	0,06	0,17	-	0,17	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	7,8	8,3	8,3	7,4	-	9,1	---	---
pH	---	6,3	6,4	7,4	6,8	-	7,0	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	41	<10	148	37	-	16	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	55	24	528	<10	-	<10	---	---
Sólidos Totais	mg/L	96	28	676	37	-	26	---	---
Turbidez	UNT	<0,1	12,3	275,0	<0,1	-	9,1	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	3,0x10 <sup>2</sup>	3,5x10 <sup>1</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	-	3,0x10 <sup>2</sup>	---	---



**Tabela 8** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de novembro de 2022.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	81,1	29,5	59,0	73,7	-	88,5	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	28,0	28,0	28,0	26,0	-	26,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	8,4	5,3	6,7	7,3	-	10,4	---	---
Cor	mg/L	4,0	3,0	56,0	7,0	-	17,0	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	<3,0	4,4	9,1	4,0	-	6,3	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	<10,0	15,2	33,7	13,5	-	21,9	---	---
Dureza	mg/L	36,0	6,0	34,0	26,0	-	36,0		
Ferro Total	mg/L Fe	0,10	0,10	0,30	0,20	-	0,20	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	0,16	0,12	0,04	<0,01	-	0,64	---	---
Nitrato	mg/L N	1,58	1,45	3,74	1,75	-	1,29	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	<0,10	0,15	<0,10	0,23	-	0,18	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	10,58	7,04	14,01	5,99	-	14,85	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	10,48	6,89	13,91	13,91	-	14,67	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	12,16	8,49	17,74	7,74	-	16,14	---	---
Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,16	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	7,4	7,1	8,3	9,3	-	9,1	---	---
pH	---	7,3	6,4	6,1	6,9	-	7,3	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	33	<10	40	23	-	38	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	<10	<10	120	13	-	<10	---	---
Sólidos Totais	mg/L	33	<10	160	36	-	38	---	---
Turbidez	UNT	3,6	7,9	107,0	6,9	-	8,0	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	3,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>2</sup>	3,0x10 <sup>2</sup>	-	3,0x10 <sup>2</sup>	---	---



**Tabela 9** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos durante a campanha de maio de 2023.

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	<5,0	54,9	47,0	47,0	-	54,9	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	31,0	17,0	21,0	21,0	-	19,0	---	<b>400</b>
Condutividade	µs/cm	24,0	7,3	19,3	8,4	-	17,0	---	---
Cor	mg/L	6,0	9,0	8,0	14,0	-	14,0	---	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	3,6	3,5	<3,0	<3,0	-	<3,0	---	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	12,7	12,7	<10,0	<10,0	-	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	30,0	30,0	33,8	30,0	-	30,0		
Ferro Total	mg/L Fe	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	<0,10	<b>2,45</b>	<b>5</b>
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	---	<b>2</b>
Fósforo Total	mg/L P	0,14	0,15	0,21	0,16	-	0,13	---	---
Nitrato	mg/L N	0,30	<0,10	<0,10	0,32	-	0,10	<b>10</b>	<b>90</b>
Nitrito	mg/L N	0,09	0,06	<0,02	<0,02	-	<0,02	---	<b>10</b>
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	-	<0,10	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	7,56	7,27	7,29	7,04	-	7,42	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	7,45	7,22	7,25	7,00	-	7,37	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	7,95	7,43	<0,10	7,36	-	7,52	---	---
Ortofosfato	mg/L P	0,05	0,03	<0,01	<0,01	-	0,04	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,0	6,0	6,1	6,1	-	6,3	---	---
pH	---	6,9	6,90	6,10	6,7	-	6,3	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	14	15	15	15	-	15	---	<b>1000</b>
Sólidos Suspensos	mg/L	62	25	25	13	-	49	---	---
Sólidos Totais	mg/L	76	40	40	28	-	64	---	---
Turbidez	UNT	6,5	10,1	10,9	15,6	-	15,0	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	<b>800</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	---



A Tabela 10 apresenta os dados coletados *in situ* e os resultados das análises laboratoriais nas campanhas que foram realizadas entre novembro de 2018 e dezembro de 2019, obtidos no relatório da campanha de dezembro de 2019 elaborado pela empresa ABG Engenharia e Meio Ambiente.



**Tabela 10** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos nas campanhas de novembro de 2018 a dezembro de 2019.  
 Fonte: ABG Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Parâmetros	Und.	Novembro/18						Dezembro/18						Março/19					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Profundidade	cm	1300	880	470	-	-	-	-	-	-	-	1100	780	1400	800	600	-	1300	1000
Nível da água	cm	1180	480	420	-	-	-	-	-	-	-	600	420	1320	500	150	-	930	800
Temperatura ambiente	°C	36.1	34.6	37.9	-	-	-	-	-	-	-	32.5	33.2	27	27.9	26.1	-	27	29.9
Temperatura da amostra	°C	26.3	28.2	29.4	-	-	-	-	-	-	-	27.2	28.1	25.9	27.7	26.5	-	25.8	26.9
Alcalinidade total	mg/L	63	13.7	34.7	-	-	-	-	-	-	-	29.4	41	50	21	34	-	35	35
Cloreto	Mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-	-	-	-	<5,0	<5,0	<5,0	8.5	<5,0	-	<5,0	<5,0
Condutividade elétrica	µS/cm	163.5	35.5	128.5	-	-	-	-	-	-	-	86.5	91.6	188.4	42.9	164.5	-	99.4	74.8
Cor verdadeira	mg/L	95	<5,0	18	-	-	-	-	-	-	-	<5,0	<5,0	23	<5,0	<5,0	-	<5,0	<5,0
DBO(5,20)	mg/L	9.9	1.6	<1,5	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5		<1,5	<1,5	-	<1,5	<1,5
DQO	mg/L	38.7	7.6	<1,5	-	-	-	-	-	-	-	5	<1,5	21.8	<1,5	<1,5	-	<1,5	<1,5
Dureza Total	mg/L	80.8	16.8	59.4	-	-	-	-	-	-	-	36	36	76.2	18.8	64.8	-	38.8	33
Fósforo Total (como P)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
Nitrato (como N)	mg/L	0.1	<0,10	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.9	<0,10	0.2	0.2	0.1	-	0.3	0.2
Nitrito (como N)	mg/L	<0,02	<0,1	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	0.44	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	0.25	<0,1	<0,10	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.1	0.1	<0,10	<0,10	-	0.1	<0,10
Nitrogênio orgânico total (a)	mg/L	1.15	0.53	0.41	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	0.1	0.46	0.35	0.17	-	0.1	0.17
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/L	1.4	0.53	0.41	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.56	0.36	0.25	-	0.2	0.26
Nitrogênio total	mg/L	1.5	0.53	0.71	-	-	-	-	-	-	-	1.54	0.2	0.76	0.56	0.35	-	0.5	0.46
Orto-fosfato (como PO4)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,20	<0,02
pH	µg/L	6.6	6.05	6.65	-	-	-	-	-	-	-	6.39	6.63	7.45	7.5	7.16	-	7.69	7.42
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	111.00	49.00	112	-	-	-	-	-	-	-	58.00	41.00	160.00	40.00	147	-	95.00	72.00
Sólidos suspensos totais	mg/L	24	8	11	-	-	-	-	-	-	-	35	39	10	7	132	-	<0,5	<5,0
Sólidos Totais	mg/L	135	57	123	-	-	-	-	-	-	-	93	80	170	47	279	-	98	76
Turbidez	UNT	29.7	1.2	14.8	-	-	-	-	-	-	-	1.6	13	9.5	4.2	29.5	-	1.6	10
Coliformes totais	NMP/100ml	>2,4X10 <sup>3</sup>	>2,4x10 <sup>3</sup>	>2,4x10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	4,3 x 10 <sup>1</sup>	6,1 x 10 <sup>1</sup>	>2,4x10 <sup>3</sup>	>1,4x10 <sup>3</sup>	9,2x10 <sup>2</sup>	-	1,9 x 10 <sup>2</sup>	> 2,4 x 10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	1	1	2,1x10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	1,1 x 10 <sup>1</sup>	1	1	1	1	-	1	1

Legenda: - = poço seco.



Parâmetros	Und.	Junho/19						Setembro/19						Dezembro/19					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Profundidade	cm	1400	800	600	-			1300	850	600	2.8	1300	870	1300	850	600	2.8	1300	870
Nível da água	cm	1320	500	150	-			1160	480	120	-	900	600	1200	500	150	-	900	490
Temperatura ambiente	°C	30.8	31.8	28.8	-	32.8	28.3	39.4	41.6	40.4	-	39	40.1	29.6	29.8	30	-	35	33.1
Temperatura da amostra	°C	23.6	27.2	25.9	-	27.2	25.9	25.7	28.2	27.4	-	27.5	29	24.4	26.3	26	-	27.6	27.3
Alcalinidade total	mg/L	69.7	11.4	35.4	-	33.3	28.1	75.4	8.3	35.2	-	46.6	24	68	10	30	-	31	35
Cloreto	Mg/L	<5	8.5	6.5	-	<5	<5	5	< 5,0	<5,0	-	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	5.5	-	<5,0	<5,0
Condutividade elétrica	µS/cm	147.3	24.6	140.1	-	86.8	54.2	170	19.4	121.4	-	92.2	61.9	184.5	17.4	117.7	-	97.4	98.5
Cor verdadeira	mg/L	110	9	<5	-	<5	<5	50	< 5,0	12	-	<5,0	<5,0	21	<5,0	<5,0	-	<5,0	<5,0
DBO(5,20)	mg/L	4.2	<1,5	<1,5	-	<1,5	<1,5	4.6	< 1,5	<1,5	-	<1,5	<1,5	2.1	<1,5	<1,5	-	<1,5	<1,5
DQO	mg/L	17.5	0.2	<1,5	-	<1,5	<1,5	16.4	< 1,5	<1,5	-	<1,5	2.5	5.6	<1,5	<1,5	-	<1,5	<1,5
Dureza Total	mg/L	82.1	9.2	68.6	-	43.1	24.1	65.8	7.6	43.8	-	33.6	23.4	58	10	44	-	38	40
Fósforo Total (como P)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	0.14	0.032	0.18	-	0.065	0.028	0.055	0.016	0.037	-	0.03	0.023
Nitrato (como N)	mg/L	0.3	0.2	0.7	-	0.3	0.1	1.1	1.9	0.3	-	1.6	1.6	2.21	0.13	1.44	-	1.24	0.82
Nitrito (como N)	mg/L	<0,02	0.1	<0,02	-	<0,02	<0,02	0.45	< 0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	0.94	0.04	0.05	-	0.31	0.25
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	0.87	<0,10	<0,10	-	<0,10	<0,10	0.84	< 0,10	<0,10	-	<0,10	<0,10	4.6	<0,10	<0,10	-	<0,10	<0,10
Nitrogênio orgânico total (a)	mg/L	0.93	<0,10	0.3	-	<0,10	0.17	1.04	0.23	0.23	-	0.4	0.25	4.9	<0,10	0.1	-	<0,10	0.12
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/L	1.8	0.12	0.36	-	0.15	0.23	1.88	0.31	0.31	-	0.43	0.3	9.5	0.1	0.12	-	0.12	0.14
Nitrogênio total	mg/L	2.1	0.42	1.06	-	0.45	0.33	3.43	2.21	0.61	-	2.03	1.9	13.65	0.27	1.61	-	1.55	1.21
Orto-fosfato (como PO4)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
pH	µg/L	7.31	7.4	7.01	-	7.76	7.6	7.2	6.51	6.61	-	6.78	6.89	6.7	6.05	6.5	-	6.66	6.4
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	169.00	7	112	-	93.00	56	202.00	150	159	-	233.00	159	58.00	10	44	-	40.00	46
Sólidos suspensos totais	mg/L	<5,0	<5	27	-	<5,0	7	10	11	16	-	15	15	21	11	27	-	28	24
Sólidos Totais	mg/L	173	<28	139	-	97	63	212	161	175	-	248	174	79	<28,0	71	-	68	70
Turbidez	UNT		13.7	32.7	-	1.5	13.4	27.2	6.6	79	-	6.75	6.8	17	4.2	19.3	-	1.1	1.2
Coliformes totais	NMP/100ml	3x10 <sup>3</sup>	1,2x10 <sup>3</sup>	1,4x10 <sup>2</sup>	-	8,7x10 <sup>2</sup>	6,9x10 <sup>2</sup>	>2,4x10 <sup>3</sup>	>2,4 x 10 <sup>3</sup>	>2,4x10 <sup>4</sup>	-	>2,4x10 <sup>3</sup>	3,4x10 <sup>2</sup>	>2,4x10 <sup>3</sup>	>2,4	>2,4x10 <sup>3</sup>	-	>2,4x10 <sup>3</sup>	>2,4x10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	<1	1	<1	-	<1	<1	9.8	< 1,0	<1	-	5,8x10 <sup>2</sup>	<1	<1,0	<1,0	<1	-	<1,0	<1

Legenda: - = poço seco.



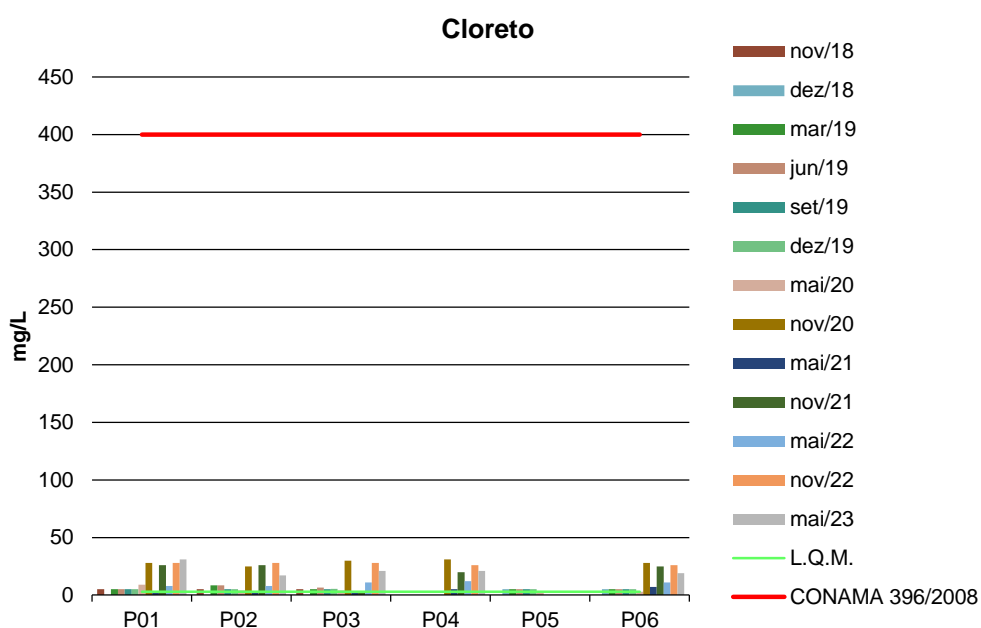


### 5.1.1. Cloreto

Os cloretos são ânions Cl<sup>-</sup> advindos da dissolução de sais, como exemplo, o cloreto de sódio. Podendo ser vinculados a fontes de origem natural, como a dissolução de minerais e a intrusão de águas salinas e fontes de origem antropogênica, ligada a despejos domésticos e industriais ou águas utilizadas em irrigação (Von Sperling, 2007).

Os resultados dos poços monitorados alcançaram no máximo 31,0 mg/L, o que está significativamente abaixo do limite máximo permitido, conforme estipulado na Resolução CONAMA 396/2008 (Figura 5). A Resolução CONAMA 420/2009 não estabelece valor máximo para esse parâmetro.

**Figura 5** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Cloreto nos poços monitorados da PCH Verde 4.



### 5.1.2. Cor

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico.

Dentre os colóides orgânicos, podem-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.).

As amostras coletadas nos poços de monitoramento de água subterrânea apresentaram valores de cor aparente que variaram de <5,0 mg/L a 281,9 mg/L. Na campanha realizada em maio de 2022, a Cor variou de <1,0 a 4,0 mg/L, enquanto na campanha de novembro de 2022, esse parâmetro variou de 3,0 (P2) a 56,0 (P3) mg/L. Na campanha de maio de 2023, as variações para cor foram relativamente moderadas, de 6,0 mg/L (P1) a 14,0 mg/L (P4 e P6). Essas variações podem ser esperadas em um ambiente natural e podem ocorrer devido a mudanças nas condições hidrogeológicas, sazonalidade ou eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas (LINS *et al.*, 2015).

O poço P03 tem historicamente apresentado maiores valores de Cor em relação aos outros poços, provavelmente devido à sua proximidade com uma área alagada do remanso do reservatório da PCH Verde 4, o que pode levar a uma maior infiltração de água no solo e na zona saturada, resultando em uma concentração mais elevada de substâncias como materiais suspensos, sedimentos e nutrientes, que são transportados pela água do rio e depositados no solo e na água subterrânea. Essas substâncias podem contribuir para o aumento da cor na água subterrânea do poço de monitoramento (OLIVEIRA, 2019).

O poço P01 também apresentou maiores valores de cor em algumas campanhas em comparação com outros poços, e isso provavelmente ocorre porque ele está próximo à margem esquerda do reservatório e é influenciado pelos mesmos fatores mencionados anteriormente, mas de forma mais intensa pela variação sazonal do nível do reservatório (OLIVEIRA, 2019).

### 5.1.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessário para realizar a oxidação da matéria orgânica biologicamente. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias para consumirem a matéria orgânica presente no meio líquido via respiração aeróbia.

Durante a maior parte das campanhas de monitoramento, os poços monitorados apresentaram valores de DBO abaixo do Limite de Quantificação do Método (LQM). O maior valor, de 10,5 mg/L, foi registrado no P1 durante a campanha de maio de 2022. Na campanha de novembro de 2022, o valor máximo foi observado no P3, atingindo 9,1 mg/L. Já na campanha de maio de 2023, o valor mais elevado ficou ligeiramente acima do limite de quantificação do método (3,6 mg/L no P1). Importante ressaltar que as legislações pertinentes não estabelecem um limite máximo permitido para esse indicador.

### 5.1.4. Fluoretos

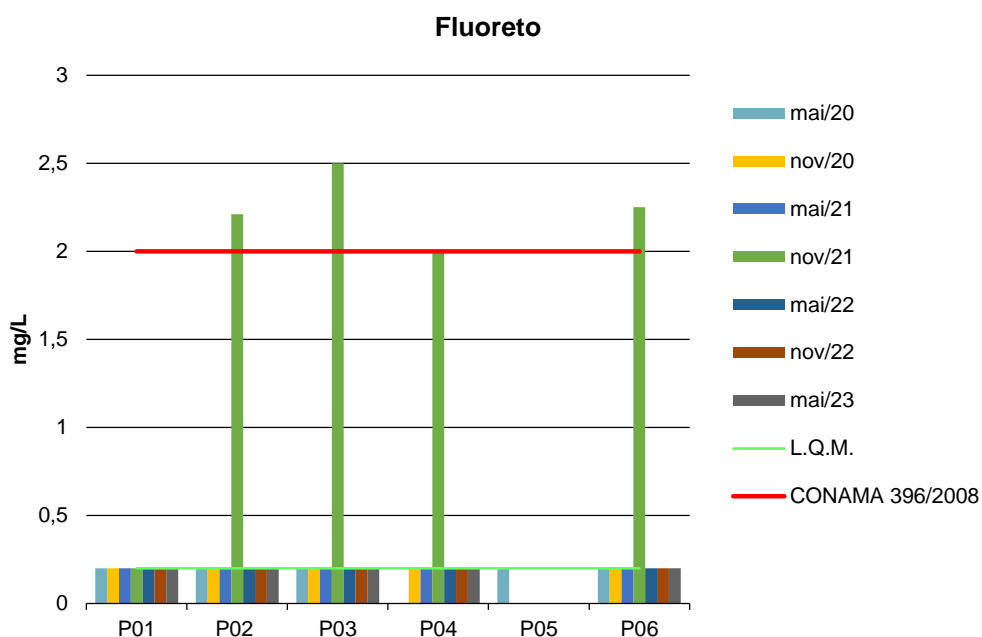
O Flúor é o 13º elemento mais abundante no solo e o 15º no mar. Apresenta grande afinidade pelos metais bi e trivalentes, como o manganês, o ferro e o cálcio, característica que favorece sua fixação nos organismos vivos. É o elemento quimicamente mais reativo de todos os íons carregados negativamente. Como consequência, nunca é encontrado na natureza em forma pura, mas sim em compostos: os fluoretos. Na forma isolada, o flúor é um gás que possui odor irritante. Os fluoretos são compostos químicos formados pela combinação com outros elementos, encontrados em toda parte: solo, ar, água, nas plantas e na vida animal. Isto explica porque muitos alimentos contêm flúor. Ainda assim, a quantidade que ingerimos não passa de, em média, 0,3mg de flúor por dia. O conteúdo de flúor na superfície terrestre varia de 20-500 ppm, aumentando nas camadas mais profundas, podendo chegar a 8.300 ppm, conferindo uma maior concentração de flúor às águas subterrâneas.

Na ingestão, o sal de flúor é rapidamente veiculado através da corrente sanguínea, ocorrendo uma deposição de íons fluoretos nos tecidos mineralizados – ossos e dentes. Não havendo deposição nos tecidos moles, a parcela não

absorvida, 90%, é eliminada normalmente pelas vias urinárias, ocorrendo, também, através das fezes, suor e fluidos gengivais. A efetividade do flúor sistêmico deve-se à combinação de três fatores: o fortalecimento do esmalte pela redução da sua solubilidade perante o ataque ácido, inibindo a desmineralização; o favorecimento da remineralização; e a mudança na ecologia bucal pela diminuição do número e do potencial cariogênico dos micro-organismos.

O Fluoreto passou a ser analisado a partir de maio de 2020. Nas amostras dos poços analisados, os valores obtidos foram abaixo do Limite de Quantificação do Método (L.Q.M.), <0,20 mg/L, inclusive na campanha mais recente em maio de 2023, demonstrando conformidade com o valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 396/2008. A única exceção ocorreu na campanha de novembro de 2021 nos poços P02, P03 e P06. A CONAMA 420/2009 não estabelece valores máximos para este parâmetro.

**Figura 6** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Fluoreto nos poços monitorados da PCH Verde 4.



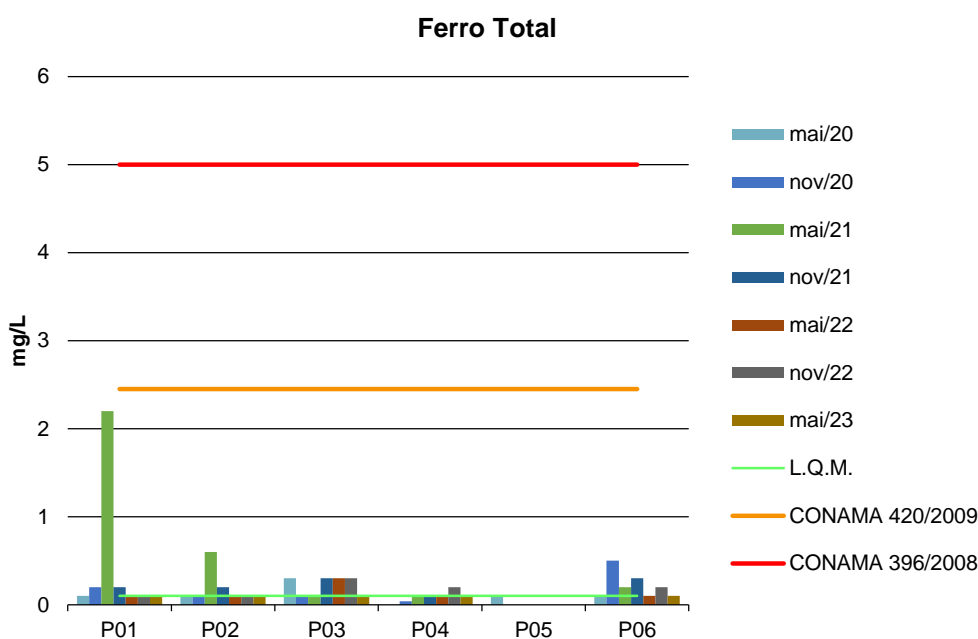
### 5.1.5. Ferro

O ferro, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico da água, podendo, em grandes quantidades, tornar-se nocivo dando sabor e cor

desagradáveis e dureza à água, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial (PHILIPPI, 2004).

Este parâmetro passou a ser analisado a partir da campanha de maio de 2020. Os resultados obtidos se mantiveram em conformidade com as legislações em todas as campanhas realizadas. Na campanha de maio de 2023, os valores foram menores que o limite de quantificação do método (<0,10 mg/L).

**Figura 7** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Ferro Total nos poços monitorados da PCH Verde 4.



### 5.1.6. Fósforo Total

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala doméstica constitui a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (CETESB, 2008).

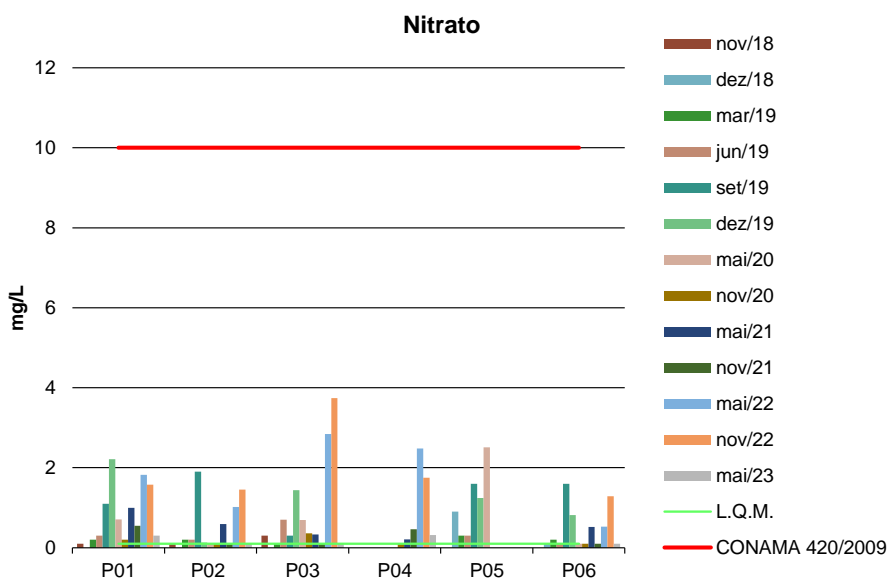
Nas amostras dos poços monitorados, as concentrações de fósforo obtidas foram relativamente baixas, não ultrapassando 1,94 mg/L (P3 na campanha de maio/2022). Na campanha de maio de 2023, o maior valor de fósforo foi verificado no P3, com 0,21 mg/L. As legislações vigentes não estabelecem valores máximos para esta variável.

### 5.1.7. Nitrato

É a principal forma de nitrogênio encontrado na água. Concentrações de nitrato superiores a 5,0mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais.

Nas campanhas de maio e novembro de 2022, o maior valor de nitrato foi registrado em novembro/2022 no ponto P3, com 3,74 mg/L. Todos os resultados de todas as campanhas realizadas apresentaram valores inferiores aos limites estabelecidos pelas legislações vigentes.

**Figura 8** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrato nos poços monitorados da PCH Verde 4.

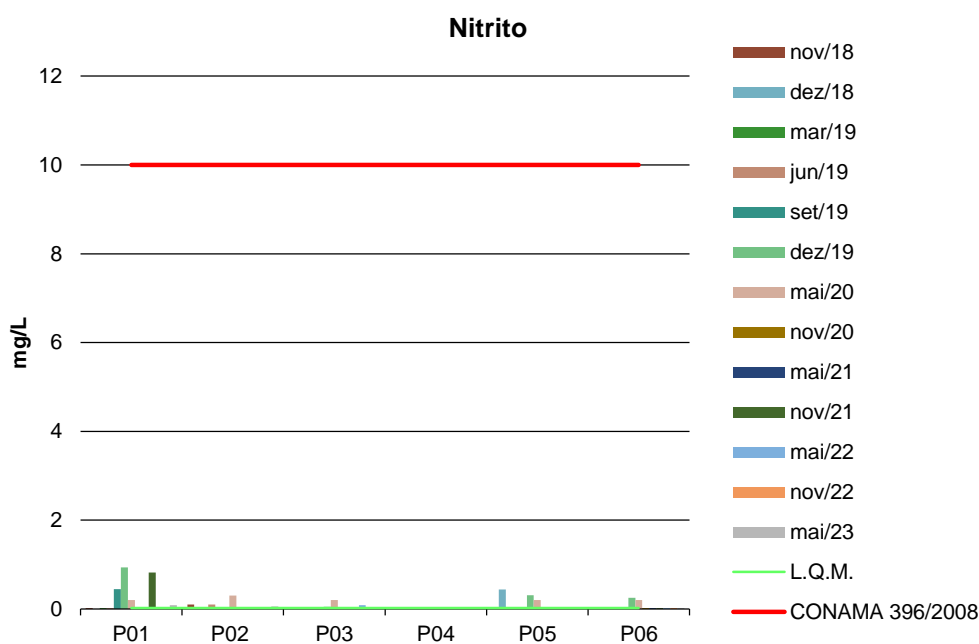


### 5.1.8. Nitrito

Segundo Philippi (2004), o nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o é instável na presença de oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

Durante as campanhas de maio e novembro de 2022, os valores obtidos nos poços monitorados foram inferiores a 0,09 mg/L. Todos os resultados obtidos em todas as campanhas apresentaram valores em conformidade com a Resolução CONAMA 396/2008, a qual estabelece valor máximo permitido de 10,0 mg/L. A CONAMA 420/2009 não estabelece limite para este parâmetro.

**Figura 9** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrito nos poços monitorados da PCH Verde 4.



### 5.1.9. Nitrogênio Amoniacal

Nitrogênio amoniacal pode estar presente em água natural em baixos teores, tanto na forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) como na forma tóxica não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), devido ao processo de degradação biológica de matéria orgânica animal e vegetal. De acordo

com as condições existentes na água, a amônia pode acumular-se na água ou transformar-se em nitrito e/ou nitrato pela ação de bactérias aeróbias. Este processo é conhecido como nitrificação. O processo inverso também é possível quando ocorre a redução dos nitratos em amônia ou até o nitrogênio via ações microbianas e sob certas condições físico-químicas. Este processo é chamado de desnitrificação. A Amônia tóxica somente é estável em águas alcalinas. Em águas ácidas seu efeito é bastante reduzido. Concentrações mais altas podem ser encontradas em esgotos brutos e efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo onde a amônia é um subproduto do processo de refino. A amônia é um importante componente de fertilizantes. A Portaria 518/04 estabelece um padrão de aceitação de consumo de 1,5 mg/L para amônia não-ionizável (NH<sub>3</sub>).

Os resultados obtidos nas campanhas de monitoramento a partir de novembro de 2018 não ultrapassaram 1,1 mg/L. Na campanha de maio de 2023, o maior valor registrado foi no P1 com 0,11 mg/L. As Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009 não estabelecem limite máximo permitido para esta variável.

#### 5.1.10. Nitrogênio Total

É constituinte essencial da proteína de todos os organismos vivos e está presente em muitos depósitos minerais na forma de nitrato. O nitrogênio na matéria orgânica sofre trocas do complexo protéico de aminoácidos para amônia, nitrito e nitrato. A concentração total de nitrogênio é altamente importante considerando-se os aspectos típicos do corpo d'água.

Nas campanhas prévias, os valores encontrados não ultrapassaram 26,6 mg/L (registrado no P5 em maio de 2020). Já na campanha de maio de 2023, o maior valor foi registrado no P3 com 7,45 mg/L. As Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009 não estabelecem um limite máximo permitido para o nitrogênio total.

#### 5.1.11. pH

O potencial hidrogeniônico (pH) apresenta-se numa faixa entre 0 a 14 e indica a condição de acidez (pH menor que 7,0), neutralidade (pH igual a 7,0) ou alcalinidade (pH maior que 7,0) da água amostrada.





Segundo Von Sperling (2007), a influência do pH em corpos d'água varia conforme seus valores podendo ser interpretados da seguinte forma:

- Valores elevados ou baixos de pH podem ser indicativos da presença de efluentes industriais;
- Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas;
- Valores de pH afastados da neutralidade podem causar danos aos ecossistemas aquáticos;
- A variação do pH influencia no equilíbrio de compostos químicos, contribuindo para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados, e podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes CETESB (2008).

Ao longo das campanhas realizadas, a maior variação de pH ocorreu no P5, indo de 7,76 em junho de 2019 para 5,3 em maio de 2020. Na campanha de maio de 2023, o pH variou entre ligeiramente ácido e neutro, com valores variando entre 6,1 (P3) e 6,9 (P1 e P2). Essas flutuações no pH são normais e podem ser influenciadas por diversos fatores, como a presença de materiais orgânicos em decomposição, a atividade biológica, variações sazonais e pluviosidade. Portanto as variações de pH observadas nos poços de monitoramento e ao longo das campanhas realizadas são consideradas naturais, e não há uma referência estabelecida pelas legislações vigentes para essa variável.

#### **5.1.12. Sólidos Totais, Dissolvidos e Suspensos**

Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho e características químicas. Quanto ao tamanho, podem ser classificados em sedimentáveis, suspensos, colóides e dissolvidos. Quanto à caracterização química, os sólidos podem ser classificados em voláteis e fixos. Sólidos voláteis são aqueles que volatizam a 550 °C. No entanto, é impreciso caracterizar estes sólidos como orgânicos, pois existem alguns sais minerais que volatizam a esta temperatura.

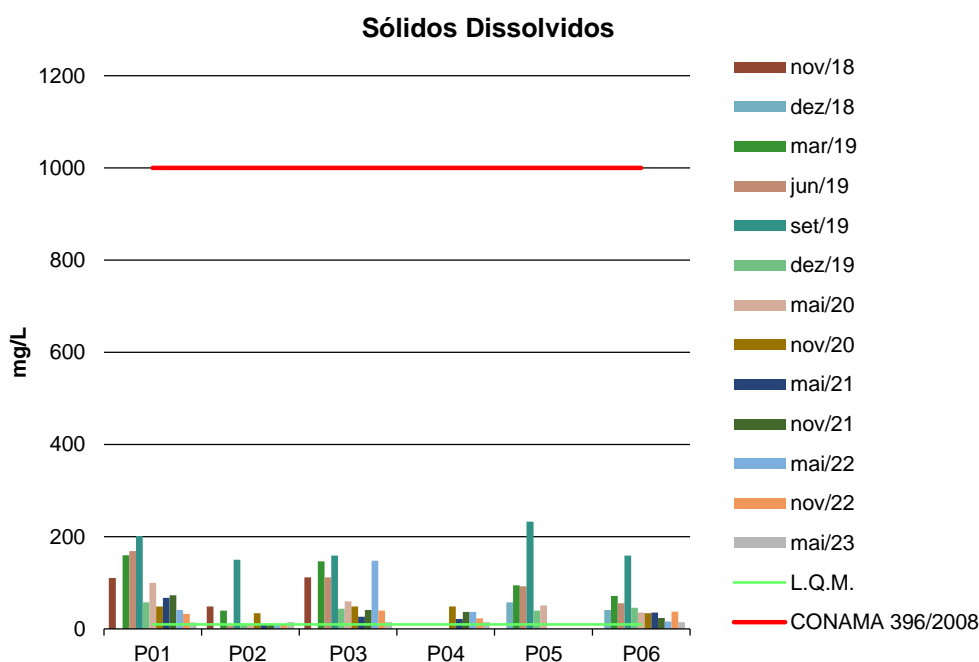
A salinidade também está incluída como sólidos totais dissolvidos. Usualmente, é a parte fixa dos sólidos dissolvidos que é considerada como salinidade. Excesso de sólidos na água pode causar alterações de gosto e problemas de corrosão.

Os resultados obtidos para Sólidos Dissolvidos apresentaram valores significativamente abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 396/2008 de 1000 mg/L, em todas as campanhas realizadas (Figura 10). A Resolução CONAMA 420/2009 não estabelece limite máximo permitido para estes parâmetros.

Devido à proximidade com uma área alagada do remanso do reservatório da PCH Verde 4, o poço P03 historicamente tem apresentado concentrações mais elevadas de Sólidos Dissolvidos e/ou Suspensos que os demais poços. Essa proximidade pode aumentar a infiltração de água no solo e na zona saturada, resultando em uma concentração mais alta de sólidos na água. As fontes desses sólidos podem ser diversas, incluindo decomposição de material orgânico presente no solo e na vegetação inundada, lixiviação de nutrientes e produtos químicos presentes no solo e na vegetação e erosão de materiais do leito do rio. Além disso, a água presente no remanso do reservatório pode conter substâncias que contribuem para o aumento da concentração de sólidos na água subterrânea do poço de monitoramento, tais como materiais suspensos, sedimentos e nutrientes que são transportados pela água do rio e depositados no solo e na água subterrânea (OLIVEIRA, 2019).

O poço P01 também apresentou concentrações mais elevadas de sólidos em relação aos outros poços em algumas campanhas, o qual está localizado próximo à margem esquerda do reservatório e provavelmente é influenciado pelos mesmos fatores citados acima, mas de forma mais intensa pela variação sazonal do nível do reservatório (OLIVEIRA, 2019).

**Figura 10** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Sólidos Dissolvidos nos poços monitorados da PCH Verde 4.

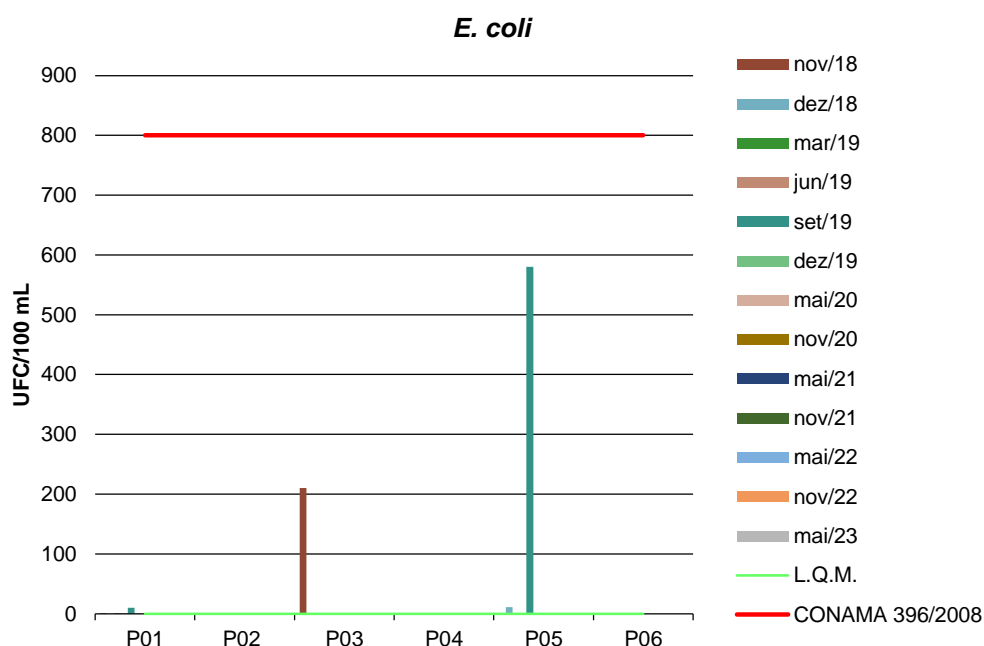


### 5.1.13. *E. coli*

A espécie *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Existem vários grupos patogênicos de *E. coli*, que podem causar diarreia, inflamação e febre em seres humanos (CONAMA, 2005).

A Resolução CONAMA 396/2008 estabelece valores máximos de 800 UFC/100 ml, enquanto que a CONAMA 420/2009 não determina limite máximo para este parâmetro (Figura 11). Os resultados encontrados indicaram ausência de *E. coli* na maioria das campanhas realizadas, inclusive na campanha de maio de 2023, estando em conformidade com a CONAMA 396/2008.

**Figura 11** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para *E. coli* nos poços monitorados da PCH Verde 4.



## 6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Ao longo das campanhas de monitoramento realizadas entre novembro de 2018 e maio de 2023, a maioria dos parâmetros analisados nos poços de monitoramento permaneceu dentro dos limites máximos estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009 para a proteção das águas subterrâneas.

As maiores variações foram observadas nas campanhas de maio e novembro de 2020, abrangendo os parâmetros de Cor, Condutividade, Dureza, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos e Sólidos Totais. No entanto todos os resultados obtidos ainda se mantiveram muito abaixo do valor máximo permitido pela legislação. No caso das campanhas de 2021, o parâmetro Fluoreto nos poços P2, P3 e P6 apresentou a maior variação e não esteve em conformidade com a Resolução CONAMA 396/2008 na campanha de novembro de 2021. Nas campanhas de maio e novembro de 2022, todos os parâmetros estiveram em conformidade com as legislações em vigor.

Na campanha de maio de 2023, todos os parâmetros também se mantiveram em conformidade com as legislações vigentes e apresentaram variações relativamente pequenas entre os poços.

Ressalta-se que os poços que não apresentaram resultados estavam secos durante as coletas de água.

O monitoramento contínuo da qualidade da água subterrânea é fundamental para subsidiar as ações de gestão ambiental da PCH Verde 4 e fornecer dados para possíveis ações mitigadoras, se necessário.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABG Engenharia e Meio Ambiente. 2019. **Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas da PCH Verde 4: Amostragens de dezembro/2019 - 14ª campanha.** Porto Alegre, RS.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas** – Normas para análise físico-química e microbiológica em água potável, águas naturais, efluentes e águas minerais.

APHA (2012). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 22<sup>st</sup> Edition.

CETESB - **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.**

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 420, 28 de dezembro de 2009,** Brasília, SEMA, 2009.

LINS, S. R. A., BEZERRA, R. M. F., & DUARTE, H. P. 2015. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em poços tubulares rasos em municípios do semiárido nordestino.** Revista Ambiente & Água, 10(1), 184-195. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>

OLIVEIRA, J.V.D., 2019. Avaliação dos parâmetros físico-químicos das águas de poços de alguns municípios localizados na Bacia do Banabuiú-CE.

PHILIPPI, JR. A. *et al.* **Curso de Gestão Ambiental.** São Paulo: Manole, 2004.

WETZEL, R. G., LINKENS, G.E. **Limnological analyses.** New York: Springer-Verlag. 2000.

## 8. ANEXOS

ANEXO 01 – ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANEXO 02 – CERTIFICADOS DE ANÁLISE





## **ANEXO 01**

# **ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 20 REGIAO  
MATO GROSSO DO SUL

**CERTIDÃO DE ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - A.R.T**

ART. 1º DO DECRETO Nº 85.877, DE 07 DE ABRIL DE 1981.

Código de Emissão: **945BB678-80CE-488A-A998-06DF699C55D1**

Data de Emissão: **15/06/2023**

Data de Validade: **30/06/2023**

**O CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 20ª REGIÃO**, no uso das atribuições conferidas no artigo 13 da Lei n.º 2.800, de 18 de junho de 1956, Certifica que o estabelecimento da Pessoa Jurídica: **ACARI AMBIENTAL EIRELI**, CNPJ n.º: **10.763.667/0001-08**, cadastrado sob o Processo Administrativo n.º: **2019.20.02.000053** com registro sob o CRQ n.º: **20.5588.00004**, com atividade **5588 - SERVIÇOS DE ANÁLISES E ENSAIOS LABORATORIAIS NÃO ESPECIFICADOS OU NÃO CLASSIFICADOS**, localizado na cidade de **CAMPO GRANDE - MS**, esta devidamente registrado nesta Autarquia Federal e, que o(a) Profissional Sr.(a) **RONEY APARECIDO GOMES**, CPF n.º **554.303.921-20**, portador da Carteira de Identidade Profissional CRQ n.º: **20200002** com o título de **BACHAREL EM QUÍMICA\***, exerce a função de Responsável Técnico do Estabelecimento supracitado com abrangência assumida de **CARGO/FUNÇÃO**. Certificamos ainda que a Pessoa Jurídica e seu Responsável Técnico acima mencionados, encontram-se em situação regular perante este Conselho Regional de Química.

Núcleo de Tecnologia da Informação - (N.T.I)  
Rua Santa Tereza, 59 - Campo Grande - MS

Observações Gerais:

- A conferência dos dados é de responsabilidade do destinatário, devendo a titularidade do CNPJ/CPF ser conferida no sítio da Receita Federal: <http://www.receita.fazenda.gov.br>;
- A autenticidade desta certidão poderá ser verificada no endereço: <http://www.crqxx.gov.br>, até 90 dias da emissão através do código de emissão;
- Esta certidão abrange as Pessoas Jurídicas e Profissionais situadas no Estado de Mato Grosso do Sul e de outros Estado(s) quando devidamente autorizado(s) nesta jurisdição;
- Validação expedida gratuitamente pela internet com base na portaria n.º 001/2009 do CRQ-XX.

**-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-**



**ANEXO 02**  
**CERTIFICADOS DE ANÁLISE**





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6294/2023

1. DADOS CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> P1-Poço de Monitoramento 01	<b>Número de amostra:</b> 605.23
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 58.217'S; 53° 15.947'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan Corral, Geovan Rodrigues	<b>Profissão:</b> Técnico de coleta
<b>Data da coleta:</b> 25.05.2023	<b>Hora da coleta:</b> 14:03
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 19,8	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 30,8
<b>Profundidade:</b> 11,0m	<b>Nível de água:</b> 8,5m
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25.05.2023	<b>Resp. receb:</b> Gustavo Farinha

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	<5,0	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	31,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	24,0	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	1,0	6,0	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	3,6	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	12,7	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	30,0	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,14	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,30	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	0,09	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	0,11	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,56	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,45	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	7,95	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,05	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,0	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	6,9	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	14	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	62	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	76	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	6,5	---



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6294/2023

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9223 B	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9223 B	1,0	Ausente	---

### 5. OBSERVAÇÕES

- Legenda: AMO – Amostra, NI – Não Informado.
- Analisado de acordo com **USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**, 22th Edition.
- Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Campo Grande – MS, 14 de junho de 2023



**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 6295/2023

1. DADOS CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> P2-Poço de Monitoramento 02	<b>Número de amostra:</b> 606.23
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 55.039'S; 53° 18.341'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan Corral, Geovan Rodrigues	<b>Profissão:</b> Técnico de Coleta
<b>Data da coleta:</b> 25.05.2023	<b>Hora da coleta:</b> 16:12
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 20,0	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 26, 1
<b>Profundidade:</b> 8,0m	<b>Nível de água:</b> 4,0m
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25.05.2023	<b>Resp. receb:</b> Gustavo Farinha

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	54,9	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	17,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	7,3	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	1,0	9,0	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	3,5	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	12,7	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	30,0	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,15	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	0,06	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,27	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,22	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	7,43	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,03	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,0	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	6,90	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	15	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	25	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	40	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	10,1	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

**LAUDO ANALÍTICO Nº 6295/2023**

<b>4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Metodologia</b>	<b>L.Q.M</b>	<b>Resultado</b>	<b>CONAMA 420/2009 Água Subterrânea</b>
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9223 B	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9223 B	1,0	Ausente	---

<b>5. OBSERVAÇÕES</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Legenda: AMO – Amostra, NI – Não Informado.</li><li>• Analisado de acordo com <b>USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER</b>, 22th Edition.</li><li>• Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.</li></ul>					

**Campo Grande – MS, 14 de junho de 2023**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 6296/2023

1. DADOS CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> P3-Poço de Monitoramento 03	<b>Número de amostra:</b> 607.23
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 53.728'S; 53° 18.919'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan Corral, Geovan Rodrigues	<b>Profissão:</b> Técnico de Coleta
<b>Data da coleta:</b> 25.05.2023	<b>Hora da coleta:</b> 13:23
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 20,4	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 30,8
<b>Profundidade:</b> 6,5m	<b>Nível de água:</b> 2,5m
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25.05.2023	<b>Resp. receb:</b> Gustavo Farinha

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	47,0	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	21,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	19,3	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	1,0	8,0	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	33,8	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,21	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,29	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,25	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	<0,10	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,1	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	6,10	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	15	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	25	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	40	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	10,9	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

**LAUDO ANALÍTICO Nº 6296/2023**

<b>4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Metodologia</b>	<b>L.Q.M</b>	<b>Resultado</b>	<b>CONAMA 420/2009 Água Subterrânea</b>
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9223 B	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9223 B	1,0	Ausente	---

### **5. OBSERVAÇÕES**

- Legenda: AMO – Amostra, NI – Não Informado.
- Analisado de acordo com **USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**, 22th Edition.
- Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

**Campo Grande – MS, 16 de junho de 2023**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região



**Acari Ambiental Eireli EPP**

Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180  
(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692 atendimento@acariambiental.com.br



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 6297/2023

<b>1. DADOS CONTRATAÇÃO</b>	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

<b>2. DADOS DA AMOSTRAGEM</b>	
<b>Ponto de coleta:</b> P4-Poço de Monitoramento 04	<b>Número de amostra:</b> 608.23
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 56.641'S; 53° 17.813'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan Corral, Geovan Rodrigues	<b>Profissão:</b> Técnico de Coleta
<b>Data da coleta:</b> 25.05.2023	<b>Hora da coleta:</b> 17:14
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 20,9	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 24,0
<b>Profundidade:</b> 3,0m	<b>Nível de água:</b> 2,0m
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25.05.2023	<b>Resp. receb:</b> Gustavo Farinha

<b>3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</b>					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	47,0	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	21,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	8,4	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	1,0	14,0	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	30,0	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,16	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,32	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,04	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,00	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	7,36	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,1	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	6,7	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	15	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	13	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	28	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	15,6	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

**LAUDO ANALÍTICO Nº 6297/2023**

<b>4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Metodologia</b>	<b>L.Q.M</b>	<b>Resultado</b>	<b>CONAMA 420/2009 Água Subterrânea</b>
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9223 B	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9223 B	1,0	Ausente	---

### **5. OBSERVAÇÕES**

- Legenda: AMO – Amostra, NI – Não Informado.
- Analisado de acordo com **USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**, 22th Edition.
- Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

**Campo Grande – MS, 14 de junho de 2023**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região







## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 6298/2023

1. DADOS CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> PCH Verde 4 no Rio Verde na Bacia do Paraná	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Agua Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> P6-Poço de Monitoramento 06	<b>Número de amostra:</b> 610.23
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 57.885'S; 53° 18.331'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan Corral, Geovan Rodrigues	<b>Profissão:</b> Biólogo
<b>Data da coleta:</b> 25.05.2023	<b>Hora da coleta:</b> 16:08
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 19,3	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 26,3
<b>Profundidade:</b> 7,0m	<b>Nível de água:</b> 2,0m
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Simples
<b>Data de recebimento:</b> 25.05.2023	<b>Resp. receb:</b> Gustavo Farinha

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	54,9	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	19,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	17,0	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	1,0	14,0	---
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	30,0	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,13	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	<0,10	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,42	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,37	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	7,52	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,04	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,3	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	6,3	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	15	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	49	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	64	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	15,0	---



Acari Ambiental Eireli EPP

Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180  
(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692 atendimento@acariambiental.com.br



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

**LAUDO ANALÍTICO Nº 6298/2023**

<b>4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Metodologia</b>	<b>L.Q.M</b>	<b>Resultado</b>	<b>CONAMA 420/2009 Água Subterrânea</b>
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9223 B	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9223 B	1,0	Ausente	---

<b>5. OBSERVAÇÕES</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Legenda: AMO – Amostra, NI – Não Informado.</li><li>• Analisado de acordo com <b>USEPA, NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT e STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER</b>, 22th Edition.</li><li>• Os resultados desta análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.</li></ul>					

**Campo Grande – MS, 14 de junho de 2023**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região



## **ANEXO 03**

### **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADE AQUÁTICA: ABRANGENDO OS GRUPOS ZOOPLÂNCTON, FITOPLÂNCTON, BENTOS, PERIFÍTON, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS**

# PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS

PCH Verde 4

## RELATÓRIO TÉCNICO



  
**Fibracon**  
AMBIENTAL

Água Clara - MS  
Fevereiro de 2023

---

## INDICE

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS .....	4
3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	4
4. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS .....	5
5. FITOPLÂNCTON.....	8
Introdução .....	8
Metodologia .....	8
Coleta de dados .....	8
Análise de dados .....	9
Resultados e Discussão.....	10
Registros de riqueza e abundância .....	10
Sistema em Cascata .....	14
Legislação e espécies relevantes .....	16
Considerações Finais .....	16
6. PERIFÍTON .....	17
Introdução .....	17
Metodologia .....	17
Coleta de dados .....	17
Análise de dados .....	18
Resultados e Discussão.....	18
Registros de riqueza e abundância .....	18
Sistema em Cascata .....	23
Considerações Finais .....	25
7. ZOOPLÂNCTON .....	26
Introdução .....	26
Metodologia .....	26
Coleta de dados .....	26

---

Análise de dados.....	27
Resultados e Discussão.....	28
Riqueza de espécies, densidade e diversidade .....	28
Histórico de parâmetros monitorados .....	31
Espécies e grupos bioindicadores .....	37
Considerações Finais .....	38
8. ZOOBENTOS.....	39
Introdução.....	39
Metodologia .....	39
Coleta de dados .....	39
Análise de dados.....	40
Resultados e Discussão.....	42
Riqueza de espécies, densidade e diversidade .....	42
Espécies e grupos bioindicadores .....	50
Considerações Finais .....	51
9. MACRÓFITAS.....	53
Introdução.....	53
Metodologia .....	54
Histórico das áreas amostrais .....	54
Pontos amostrais .....	56
Análise qualitativa .....	58
Análise quantitativa .....	58
Resultados e Discussão.....	60
Análise Qualitativa.....	60
Análise Quantitativa.....	67
Curva do coletor .....	69
Resultados Consolidados .....	69

---

Considerações Finais .....	71
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
11. ANEXOS .....	79

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados da campanha de monitoramento realizada em fevereiro de 2023, para levantamento de dados de comunidades aquáticas, grupos zooplâncton, fitoplâncton, macroinvertebrados, perifíton e macrófitas, em atendimento a LO 481/2018. O monitoramento ocorre no trecho de influência direta da PCH Verde 4 no Rio Verde. O grupo de macrófitas aquáticas possui um conjunto de pontos de monitoramento diferente dos demais grupos e, por isso, apresenta uma nova área de estudo na sessão correspondente.

## 2. OBJETIVOS

Os objetivos desta etapa do monitoramento de comunidades aquáticas são:

- Fazer o levantamento semestral das espécies presentes;
- 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, com potencial risco de impacto, e discutir os fatores ambientais relacionados, sempre que possível;
- Comparar os dados levantados no período recente com o histórico de dados, relacionando as modificações com fatores ambientais, sempre que possível;
- Relacionar os dados levantados com índices ou ferramentas de controle de qualidade da água, conforme particularidade de cada grupo;
- Identificar possíveis áreas de proliferação das espécies de plantas aquáticas prejudiciais à geração de energia elétrica e avaliar seu potencial de infestação.

## 3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A PCH Verde 4 está localizada a uma distância aproximada de 248 km da capital do estado (0), Campo Grande/MS, seguindo 97,4 km pela rodovia BR - 262 em direção ao município de Ribas do Rio Pardo/MS. Passando por Ribas do Rio Pardo, na estrada



MS - 357, percorrem-se cerca de 112 Km até o entroncamento, entrando a direita na estrada MS-245 e seguindo por 35 Km, entrando em uma estrada vicinal e percorrendo cerca de 14km até a entrada do empreendimento.

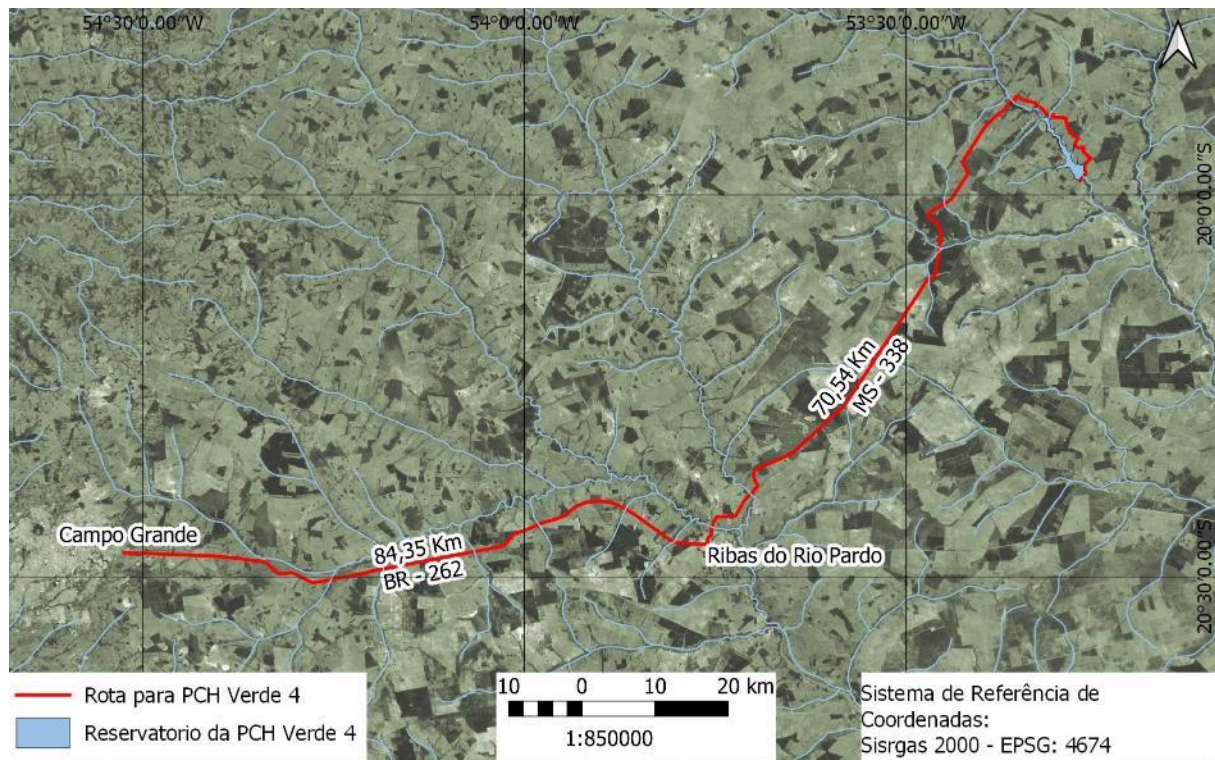


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

As amostragens de comunidades aquáticas são realizadas semestralmente para fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e perífiton, em quatro estações de estudos.

Nas estações localizadas a montante e a jusante do reservatório, são realizadas também amostragens de ictioplâncton nas estações chuvosas, 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 na estação a jusante observam-se as condições limnológicas após a influência do empreendimento. Além destas, outras duas estações foram estabelecidas na região mediana do reservatório e próximo ao barramento, no trecho limnético do reservatório (0). Cada uma das estações, recebe



amostragens de fitoplâncton e zooplâncton na linha mediana do reservatório, além de amostragens de macroinvertebrados bentônicos e perifíton, a partir das margens.

**Tabela 1.** Coordenadas geodésicas e planimétricas dos centroides das estações de amostragem no monitoramento das comunidades aquáticas na área da PCH Verde 4.

Ponto	Local	Coordenadas geodésicas	Coordenadas UTM
P04	Montante Verde 4 (Jusante Verde 4A)	19°53'0.1"S 53°21'37"O	22K 252869mE 7799696mS
P05	Transição Fluvial-limnética do reservatório	19°54'59"S 53°18'37"O	22K 258165mE 7796116mS
P06	Região Limnética Reservatório	19°54'59"S 53°18'37"O	22K 258165mE 7796116mS
P07	Jusante	19°58'57"S 53°15'54"O	22K 262993mE 7788851mS

**Montante:** o trecho selecionado está localizado a cerca de um quilômetro a montante do reservatório da PCH Verde 4, em um trecho do rio Verde que corre sobre leito natural (Figura 2), entre as PCHs Verde 4 e Verde 4A. Coincide com o trecho a jusante do reservatório da PCH Verde 4A. As amostras para todos os grupos de organismos aquáticos foram obtidas da margem.

**Transição do Reservatório:** o trecho selecionado está localizado na porção intermediária entre a zona lótica e lântica do reservatório da PCH Verde 4, em local relativamente raso e estreito, onde o rio originalmente formava corredeiras. Nesta estação, as amostras de macroinvertebrados bentônicos e perifíton são obtidas em vegetação inundada junto à margem do reservatório, enquanto as amostras de zooplâncton e fitoplâncton subsuperficial são obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório (Figura 2).

**Região Limnética do Reservatório:** o trecho selecionado está localizado a cerca de 500 metros a montante do barramento da PCH Verde 4, na porção mais profunda e lântica do reservatório. Nesta estação, as amostras de macroinvertebrados bentônicos e perifíton foram obtidas em vegetação inundada junto à margem do reservatório, enquanto as amostras de zooplâncton e fitoplâncton subsuperficial são obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório (Figura 2).

**Jusante:** o trecho selecionado está localizado a cerca de um quilômetro a jusante do barramento da PCH Verde 4, em um trecho do rio Verde que corre sobre leito natural (Figura 2), entre as PCHs Verde 4 e a UHE São Domingos. Todas as amostras de organismos bentônicos, zooplâncton, perifíton e fitoplâncton são obtidas da margem.



**Figura 2.** Locais de amostragem na AID da PCH Verde 4, A- montante; B – Transição Rio Reservatório; C – Região limnética do reservatório; D - jusante. Água Clara, MS. Fevereiro de 2023.

## 5. FITOPLÂNCTON

### INTRODUÇÃO

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 definir 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 em si, mas pela resposta dos organismos aquáticos (particularmente algas) a estes 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. As cianobactérias, por exemplo, são o grupo de espécies com maior destaque por sua potencialidade tóxica e letal a animais e a seres humanos, mas muitos outros prejuízos causados por outras classes fitoplanctônicas são relatados na literatura.

### METODOLOGIA

#### Coleta de dados

As amostragens qualitativas foram feitas pela filtragem de água dos pontos amostrados, utilizando-se de um balde e de rede de plâncton com malha 20µm. 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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), 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 a estimativa de biomassa específica, o biovolume dos indivíduos foi multiplicado pela densidade das espécies de cianobactérias contabilizadas.

## Análise de dados

Os índices de Shannon e a 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 de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, e a densidade e composição para enquadrar no Índice de Comunidade Fitoplanctônica da CETESB (2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Registros de riqueza e abundância

A campanha de fevereiro de 2023 teve como resultado uma riqueza regional de 25 táxons, registrados na área de influência direta da PCH Verde 4. A maioria, 13 táxons, pertencem à classe Chlorophyceae, comumente a mais especiosa na região. Ainda ocorreram espécies das classes Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Cyanobacteria, Zygnematophyceae e Dinophyceae, com dois táxons cada, e Chrysophyceae e Xanthophyceae, com um táxon cada (Tabela 2).

Esta última campanha de monitoramento acresceu 4 táxons à lista de espécies regional, que tem registros desde abril de 2020, e que conta atualmente com 107 táxons fitoplanctônicos. 94 deles tem baixa ocorrência, mas 6 são comuns e 8 são constantes. As espécies mais frequentes neste trecho do Rio Verde são, em ordem decrescente de frequência, *Cryptomonas marssoni*, *Chroomonas acuta*, *Monoraphidium griffithii*, *Schroeteria setigera*, *Monoraphidium contortum*, *Chlamydomonas* spp., *Mallomonas* spp. e *Aphanocapsa delicatissima*.

A riqueza total nos pontos de amostragem variou entre 3 e 14 táxons/amostra (Tabela 3). O menor valor ocorreu no trecho à montante do empreendimento (P04) e representou uma queda deste atributo em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 1). Para os demais ambientes, que têm média de riqueza maior que o trecho a montante, os valores desta campanha estão dentro da variação comum do histórico de dados.

A composição da comunidade fitoplanctônica não apresentou modificações significativas nesta campanha, exceto no trecho à montante (P04), onde não ocorreram nenhuma das classes secundárias que normalmente estão presentes neste ambiente (Gráfico 1). Foram registradas apenas as classes Bacillariophyceae, Cryptophyceae e Cyanobacteria. Nem mesmo Chlorophyceae, comumente especiosa neste trecho do rio, ocorreu em fevereiro de 2023.

Assim como para riqueza, o trecho a montante também teve queda na abundância de organismos, com o menor valor para este atributo (Tabela 3, Gráfico 2Gráfico 2).



Dentro do histórico do monitoramento, o valor de abundância desta campanha foi o menor já encontrado, porém, dentro da ordem de grandeza que ocorreu nas campanhas de agosto de 2020 e fevereiro de 2021, indicando que pode ser uma alteração sazonal ou resultado da dinâmica do reservatório. O trecho a jusante (P07) também apresentou queda deste atributo, semelhante ao registrado em fevereiro de 2021. Por sua vez, no reservatório ocorreu elevação na densidade total e, apesar de ser menor ao pico de fevereiro de 2022, ainda é menor que a média restante dos valores, como pode ser visto no gráfico Gráfico 2.

A espécie *Cryptomonas marssoni*, da classe Cryptophyceae, permanece como dominante ao longo de todo o sistema sob influência da PCH Verde 4 (Tabela 4). Secundariamente, a estrutura da comunidade tem menor representatividade das classes Chlorophyceae e Cyanobacteria. Nos dois trechos semi-lênticos do sistema (P05 e P06), são onde se concentram as maiores densidades deste organismo, tendo redução quando a água retorna ao trecho lótico do rio, a jusante (P07)

**Tabela 2.** Abundância (ind/ml) dos táxons fitoplanctônicos nos pontos na área de influência direta da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2023. NI = não identificado. ? – identificação requer confirmação.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<b>Bacillariophyta</b>				
<i>Nitzschia palea</i>	1	7		2
<i>Discostella stelligera</i>				2
<b>Chlorophyceae</b>				
<i>Ankyra judayi</i>			2	
<i>Chlamydomonas</i> sp.			10	2
<i>Desmodesmus spinosus</i>			2	
<i>Desmodesmus denticulatus</i>		2		
<i>Fusola</i> sp.			2	
<i>Monoraphidium arcuatum</i>		2		
<i>Monoraphidium contortum</i>				5
<i>Monoraphidium griffithii</i>		20	12	2
<i>Scenedesmus ecornis</i> var. <i>ecornis</i>		1		
<i>Schroederia antillarum</i>				2
<i>Schroederia setigera</i>			2	
<i>Tetranephris brasiliensis</i>		2		
<i>Treubaria triappendiculata</i>			2	
Chrysophyceae				

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<i>Mallomonas</i> sp.			5	
<b>Cryptophyceae</b>				
<i>Chroomonas acuta</i>		5	32	2
<i>Cryptomonas marssonii</i>	12	106	260	66
<b>Cyanobacteria</b>				
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	2	10	37	2
<i>Merismopedia tenuissima</i>		5		2
<b>Zygnenatophyceae</b>				
<i>Cosmarium</i> sp.		2		
<i>Staurastrum</i> sp.				2
<b>Dinophyceae</b>				
<i>Parvodinium umbonatum</i>		2	2	
<i>Peridinium</i> sp.			7	
<b>Xanthophyceae</b>				
<i>Goniochloris mutica</i>			2	

**Tabela 3.** Atributos da comunidade fitoplanctônica nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2023.

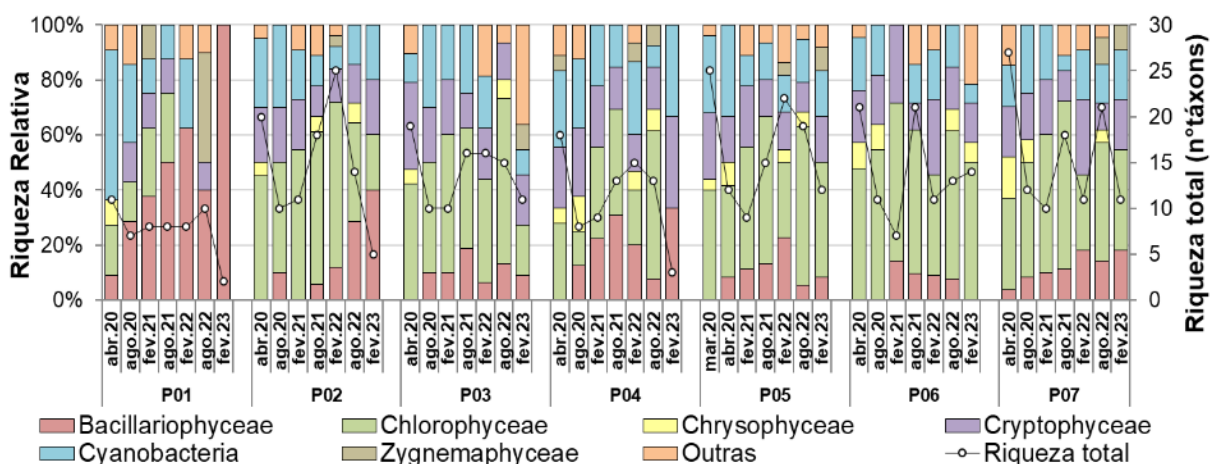
	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<b>Abundância (ind/ml)</b>	15	164	377	89
<b>Riqueza (n° táxons)</b>	3	12	14	11
<b>Shannon (bits/ind)</b>	0,63	1,36	1,23	1,15
<b>Equidade (J')</b>	0,57	0,55	0,46	0,48
<b>Biovolume cianobactérias (mm<sup>3</sup>/L)</b>	0,0002	0,001	0,004	0,0003

**Tabela 4.** Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS, na campanha de fevereiro de 2023

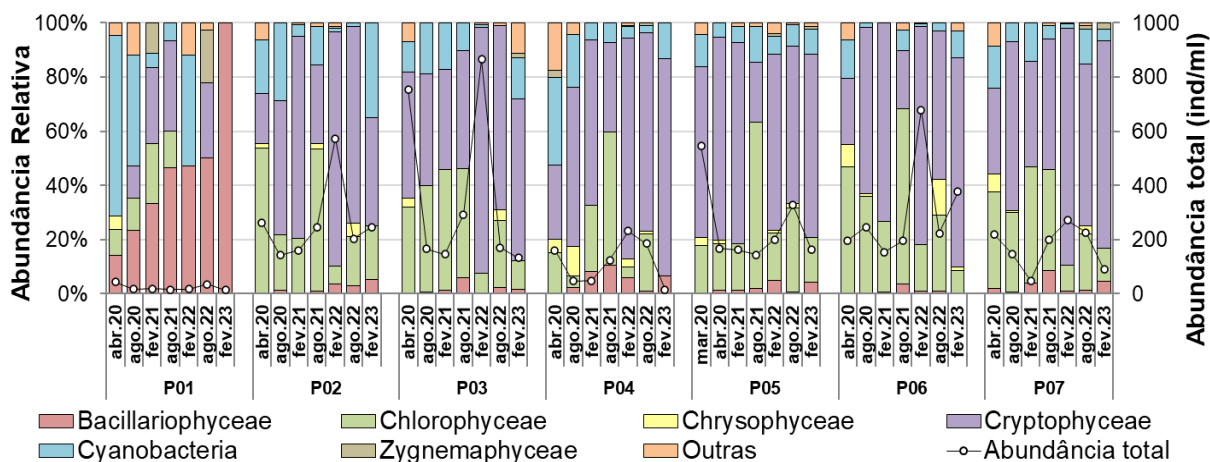
	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<i>Monoraphidium griffithii</i>		A		
<i>Chroomonas acuta</i>			A	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	D	D	D	D
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>			A	

O gênero *Cryptomonas* é predominantemente C-estrategista, eficiente na competição por nutrientes e de rápido crescimento populacional, oportunista, tolerante a mudanças repentinas nas condições ambientais, e muito tolerante a mistura da coluna de água. É um gênero que se tornou prevalente no trecho do rio Verde, vindo do reservatório localizado a montante do reservatório da PCH Verde 4.

De maneira geral, ambos os índices que medem a diversidade da comunidade tiveram valores muito baixos nesta última campanha de monitoramento. No trecho de controle do sistema (P04), os baixíssimos valores de diversidade de Shannon e equidade foram consequência da queda da riqueza e da dominância de *Discostella steligera*. (Tabela 4). Nos dois trechos semi-lóticos e a jusante (P07), a baixa equidade ocorreu devido à dominância de *Cryptomonas marssoni*.

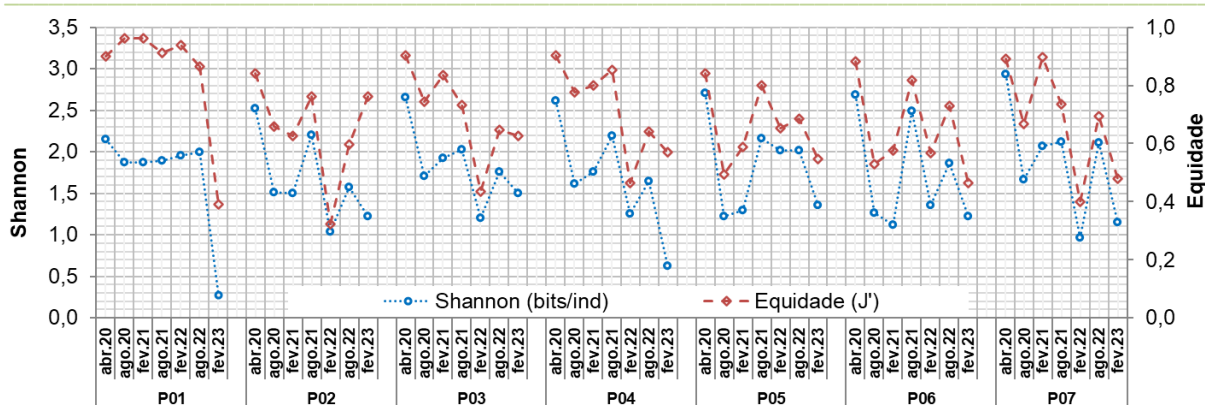


**Gráfico 1.** Variação da riqueza relativa das classes fitoplanctônicas e da riqueza total nos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4. Água Clara, MS



**Gráfico 2.** Variação da abundância relativa das classes fitoplanctônicas e da abundância total nos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4. Água Clara, MS





**Gráfico 3.** Compilação dos valores dos índices de diversidade de Shannon e equidade de Pielou nos pontos na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4. Água Clara, MS

### SISTEMA EM CASCATA

A PCH Verde 4 é parte de um sistema de reservatórios em cascata, sendo o segundo da série, estando localizado abaixo da PCH Verde 4A e acima da UHE São Domingos.

Se analisado como um sistema em cascata, o trecho sob influência da PCH Verde 4 difere pouco do trecho sob influência da PCH Verde 4A, localizada a montante. Ao contrário do esperado de sistemas de reservatórios em cascata, onde o primeiro da série retém a maior parte dos sólidos e da matéria orgânica que derivam no rio, e por isso apresentam maior produtividade, a diferença entre eles não é significativa (**Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Possivelmente, isso seja resultado do baixo porte e da forma em fio d'água de ambos os reservatórios. Outra possível resposta para a similaridade entre os dois reservatórios, pode ser a reposição do que ficou retido na PCH Verde 4A por aportes difusos oriundos da bacia através dos córregos, que desaguam diretamente no reservatório da PCH Verde 4.

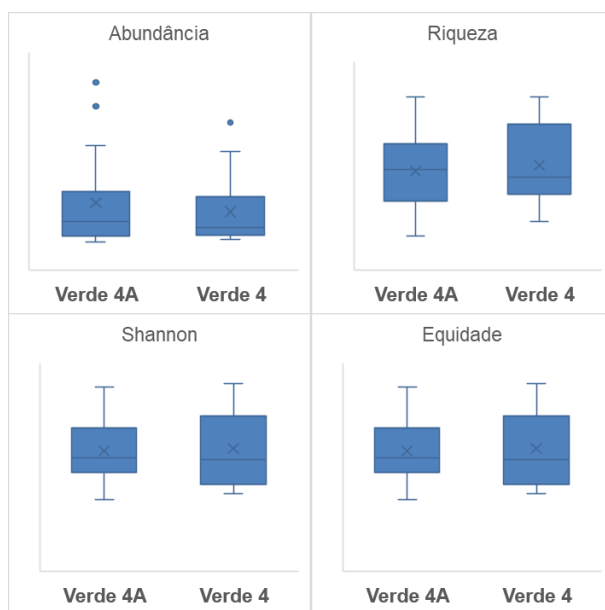
Observa-se que, uma vez alterada a partir do reservatório da Verde 4A, toda a comunidade fitoplânctônica torna-se quase uniforme, desde o trecho de transição rio-reservatório (P02) da PCH Verde 4ª, até o trecho lótico abaixo do barramento da PCH Verde 4 (P07), diferindo somente na proporção relativa das duas classes numericamente predominantes (**Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

A diversidade da comunidade se mantinha alta até o trecho do reservatório da PCH Verde 4A, ponto P03, porém, a partir de fevereiro de 2022, tem ocorrido redução da diversidade desde este local, sendo transmitida ao longo do eixo longitudinal até o último ponto do sistema em cascata, a jusante da Verde 4, ponto P07 (**Erro! Fonte**

**de referência não encontrada.**) Em outras palavras, a diversidade de espécies na comunidade fitoplanctônica tende a ser maior no trecho ainda lótico do Rio Verde e vai se reduzindo enquanto atravessa os dois empreendimentos.

Com exceção da diversidade, quando avaliado o impacto das duas PCHs sobre o rio Verde de uma maneira geral, observa-se que o segundo reservatório não acrescenta mais modificações ao que o reservatório anterior já tenha feito. Comparando-se a variância dos dois reservatórios, observa-se que estatisticamente não há diferença significativa entre eles (Gráfico 4).

Todo o ambiente tem se mantido oligotrófico, com baixos valores de abundância e riqueza. A maior interferência dos reservatórios sobre o Rio Verde está na alteração da composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica, e no fornecimento de inóculos para o restante do rio abaixo do sistema por completo, que certamente influenciará o reservatório da UHE São Domingos, localizado abaixo e bem próximo do ponto de jusante da PCH Verde 4 (P07).



**Gráfico 4.** Comparação da variância dos principais atributos da comunidade nos reservatórios das PCHs Verde 4A e Verde 4.

## 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 ótima, com densidade menor que 1000 ind/ml.

Os limites para a concentração do biovolume de cianobactérias da Resolução CONAMA nº 357/2005 e da Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 não foram alcançados em nenhum dos trechos amostrados, tendo sido encontrados valores entre 0 e 0,004 mm<sup>3</sup>/l (Tabela 3) na campanha de fevereiro de 2023, 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 *Aphanizomenon*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Coleosphaerium*, *Limnococcus*, *Phormidium*, *Pseudanabaena* e *Romeria* (CHORUS & BARTRAM, 1999; FUNASA, 2003; SANT'ANNA *et al.*, 2006). Contudo, todas as espécies de cianobactérias encontradas apresentaram baixos valores de densidade absoluta, não sendo considerado impacto ou alteração ambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reservatório da PCH Verde 4 configurou-se oligotrófico nas campanhas realizadas até então, em razão das baixas abundâncias em todo o eixo longitudinal do empreendimento. A alteração mais perceptível desta campanha ocorreu com a queda extrema de todos os atributos da comunidade no trecho a montante do reservatório (P04). Contudo, mesmo esta redução repentina pode não representar impacto ambiental, pois este ambiente costuma apresentar valores reduzidos de abundância e riqueza.

Quando pensado em um sistema em cascata, observa-se que o reservatório da PCH Verde 4 não amplifica ou acrescenta as alterações já ocorrentes a partir do reservatório da PCH Verde 4A. Ocorre, aliás, uma homogeneização da comunidade desde o primeiro ponto do sistema (P02), até a sua saída (P07), mas que difere intensamente do ponto de controle à montante (P01).

## 6. PERIFÍTON

### INTRODUÇÃO

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).

### METODOLOGIA

#### Coleta de dados

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. 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>.

Para identificação das algas e cianobactérias 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), 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 *et al.* (2007), Oliveira & Hardoim (2010), Silva & Matsumura-Tudinsi (2011), entre outros.

### **Análise de dados**

O Índice de Shannon e a equidade foram calculados no 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).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Registros de riqueza e abundância**

Tanto para abundância quanto para riqueza, as comunidades amostradas foram compostas principalmente por algas, que compõem o perifiton real, intimamente aderidos à superfície, tendo sido encontrados poucos organismos animais, que compõem o metafíton, organismos não aderidos, mas associados a comunidade perifítica.

Esta campanha de monitoramento resultou no levantamento de 45 táxons perifíticos, dos quais 13 pertenceram à classe Cyanobacteria, 11 à classe Zygnemaphyceae, 9 à classe Bacillariophyceae e 7 à classe Chlorophyceae. Ainda estiveram presentes espécies das classes Oedogoniophyceae, Dinophyceae e do filo Protozoa e Rotifera (Tabela 5). Esta configuração não difere das campanhas anteriores, com riqueza regional dentro da média comumente apresentada.

Foram adicionados quatro novos registros de táxons na lista de espécies regional, que acumulou 145 táxons perifíticos desde abril de 2020. 113 táxons foram de ocorrência rara, 22 comuns e apenas 12 foram frequentes nos ambientes e ao longo do período. Destacam-se os gêneros *Leptolyngbya*, *Eunotia*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Oedogonium*, *Cosmarium*, além de protozoários como organismos muito presentes na comunidade perifítica deste trecho do Rio Verde.

**Tabela 5.** Abundância (ind/cm<sup>2</sup>) das espécies perifíticas nos pontos na AID da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2023. NI = não identificado.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<b>Grupos Animais</b>				
Protozoa NI	30	50	147	40
Rotífero NI			49	
Ovo e cistos de Metazoários			49	
<b>Bacillariophyceae</b>				
<i>Achnantheidium sp.</i>		198		120
<i>Aulacoseira sp.</i>	30			
<i>Eunotia spp.</i>	89	1.736		40
<i>Gomphonema spp.</i>	30	6.745	147	120
<i>Navicula spp.</i>		347		
<i>Nitzschia spp.</i>		24.697	37.914	5.463
<i>Pinnularia sp.</i>	30			
<i>Sellaphora sp.</i>	30			
<i>Ulnaria sp.</i>		99		
<b>Chlorophyceae</b>				
<i>Characium spp.</i>			98	40
<i>Chlorella sp.</i>		198	687	
<i>Desmodesmus sp.</i>		397	147	80
<i>Oocystis sp.</i>			392	
<i>Pediastrum sp.</i>				40
<i>Scenedesmus spp.</i>		50	294	40
<i>Stigeoclonium sp.</i>		50		
<b>Cyanobacteria</b>				
<i>Anabaena spp.</i>		50		
<i>Aphanocapsa sp.</i>		50	540	40
<i>Aphanothece sp.</i>				80
<i>Asterocapsa sp.</i>			98	
<i>Chroococcus sp.</i>	30		736	120
<i>Coelomorum sp.</i>		50		
<i>Cyanothece sp.</i>		99		

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<i>Eucapsis sp.</i>	30	50	196	
<i>Gloeocapsa sp.</i>				40
<i>Gloeothece sp.</i>			98	
<i>Leptolyngbya spp.</i>	59	893		199
<i>Phormidium sp.</i>	59			
<i>Sphaerocystis sp.</i>		50	294	
<b>Oedogoniophyceae</b>				
<i>Bulbochaete spp.</i>	89	3.422	8.191	518
<i>Oedogonium spp.</i>		1.537	7.014	1.236
<b>Zygnemaphyceae</b>				
<i>Actinotaenium spp.</i>		645	147	80
<i>Closterium spp.</i>		50	147	
<i>Cosmarium spp.</i>		1.537	4.561	199
<i>Euastrum sp.</i>		50	490	
<i>Mougeotia sp.</i>	620		589	199
<i>Onychonema sp.</i>		50		
<i>Pleurotaenium sp.</i>			49	
<i>Spirogyra spp.</i>		942	294	120
<i>Spondilosium sp.</i>		1.141		
<i>Staurastrum sp.</i>			245	40
<i>Staurodemus sp.</i>			490	
<b>Outras algas</b>				
<b>Dinophyceae</b>				
<i>Peridinium sp.</i>			98	80

**Tabela 6.** Atributos encontrados para a comunidade perifítica nos pontos amostrados na AID da PCH Verde 4, Água Clara, MS, na campanha de fevereiro de 2023.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<b>Abundância (ind/cm<sup>2</sup>)</b>	1.122	45.179	64.203	8.932
<b>Riqueza (n° táxons)</b>	12	27	28	22
<b>Shannon (bits/ind)</b>	1,72	1,71	1,53	1,59
<b>Equidade (J')</b>	0,69	0,52	0,46	0,51

**Tabela 7.** Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D), segundo critério de Lobo & Leighton (1986), nos pontos amostrados na AID da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2023.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<i>Eunotia spp.</i>		A		
<i>Gomphonema spp.</i>		A		
<i>Nitzschia spp.</i>		D	D	D



	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante 07
<i>Bulbochaete spp.</i>		A	A	A
<i>Oedogonium spp.</i>			A	A
<i>Cosmarium spp.</i>			A	
<i>Mougeotia sp.</i>	D			

A riqueza nos ambientes monitorados teve variação de 12 a 28 táxons/amostra (Tabela 6), e somente a região limnética do reservatório (P06) apresentou queda deste atributo em comparação à campanha anterior. O trecho a jusante do reservatório (P07) apresentou recuperação da riqueza média após duas campanhas consecutivas de queda (Gráfico 5). Os demais ambientes monitorados (P04 e P05) tiveram riqueza dentro da variação comumente apresentada. Os dois trechos semi-lênticos (P05 e P06) têm, em média, maior riqueza que os dois trechos lóticos (P04 e P07), o que é esperado pela redução da velocidade da água que favorece o crescimento de organismos planctônicos e perifíticos.

Não puderam ser observadas alterações significativas na composição da comunidade perifítica na campanha de fevereiro de 2023, em comparação às anteriores (Gráfico 5). O ponto de controle do sistema (P04) permaneceu com a composição basicamente por Bacillariophyceae e Cyanobacteria. A partir do trecho de transição rio-reservatório (P05) observa-se maior representatividade das classes Chlorophyceae, Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae, mas ainda com presença de Bacillariophyceae e Cyanobacteria.

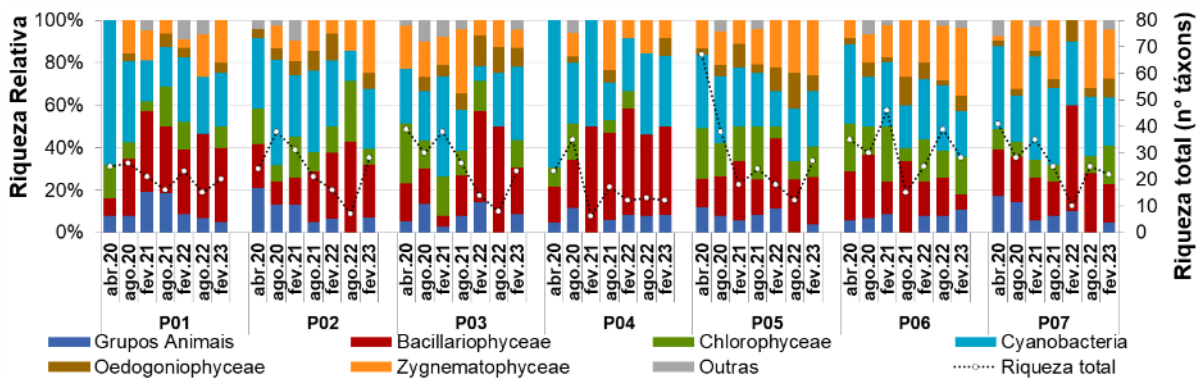
A abundância de organismos perifíticos variou de 1.122 ind/cm<sup>2</sup>, no trecho a montante (P04), até 64.203 ind/cm<sup>2</sup>, na região limnética do reservatório (P06) (Tabela 6, Gráfico 6). Assim como para a riqueza, a abundância também é maior nos trechos com menor velocidade da água, ponto de transição rio-reservatório (P05) e reservatório (P06), do que nos trechos lóticos (P04 e P07)

Se, para a composição, pode-se pensar que a comunidade perifítica está relativamente estável, para a estrutura da comunidade não se pode afirmar o mesmo. O trecho de controle vinha apresentando alteração gradativa na proporção numérica de Bacillariophyceae e Cyanobacteria, mas, nesta campanha de fevereiro, foi a classe Zygnemaphyceae que foi dominante, com destaque para *Mougeotia spp* (Gráfico 6, Tabela 7). O trecho de transição rio-reservatório (P05) tem Bacillariophyceae como a classe mais abundante na maior parte do tempo, mas com alternância com

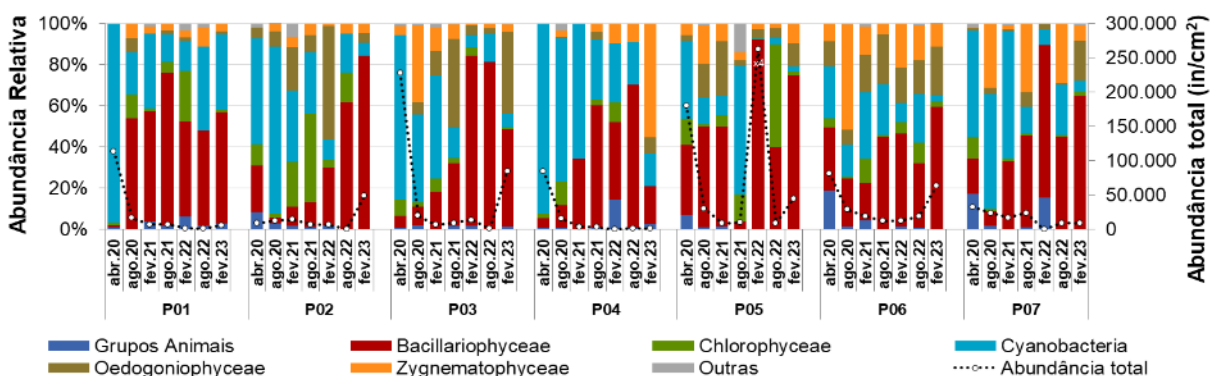
Cyanobacteria e Chlorophyceae. Em fevereiro de 2023 foi registrada dominância de *Nitzschia* spp., Bacillariophyceae, mesmo gênero dominante no reservatório (P06) e a sua jusante (P07).

O reservatório (P06) é o mais estável entre os ambientes da área de influência da PCH Verde 4, tendo variação na predominância de quatro classes: Oedogoniophyceae, Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Zyngmepahyceae. Para este ambiente, que normalmente apresentava co-abundância, foi registrada dominância, pela primeira vez desde abril de 2020, início deste histórico de dados. Isso se refletiu nos índices de diversidade, que apresentaram os menores valores já registrados para esse ambiente.

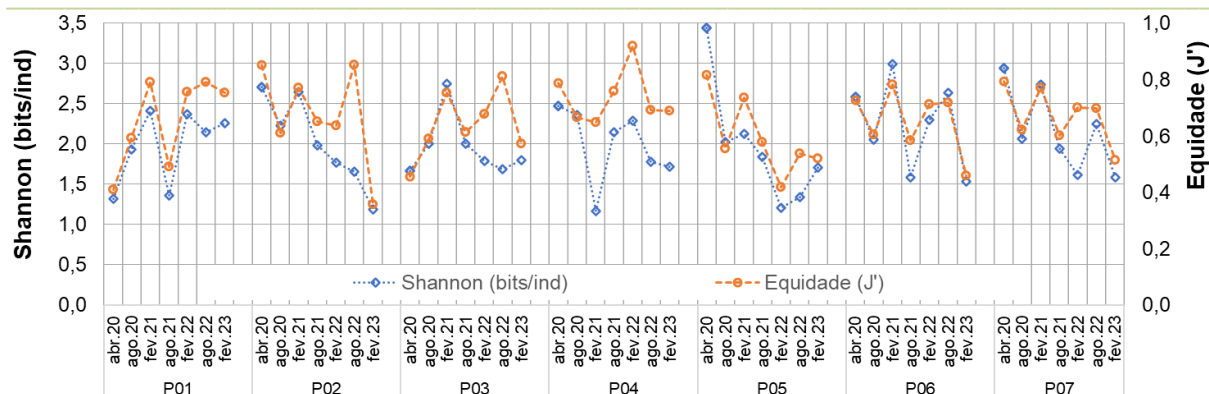
A variação do índice de diversidade de Shannon nesta última campanha foi de 1,53 a 1,72 bits/ind. A equidade variou entre 0,46 e 0,69 (Tabela 6) Com exceção do reservatório (P06), todos os valores estiveram dentro da amplitude já registrada anteriormente.



**Gráfico 5.** Variação da riqueza relativa dos principais grupos perifíticos e da riqueza total nos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS.



**Gráfico 6.** Variação da abundância relativa dos principais grupos perifíticos e da abundância total dos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS.



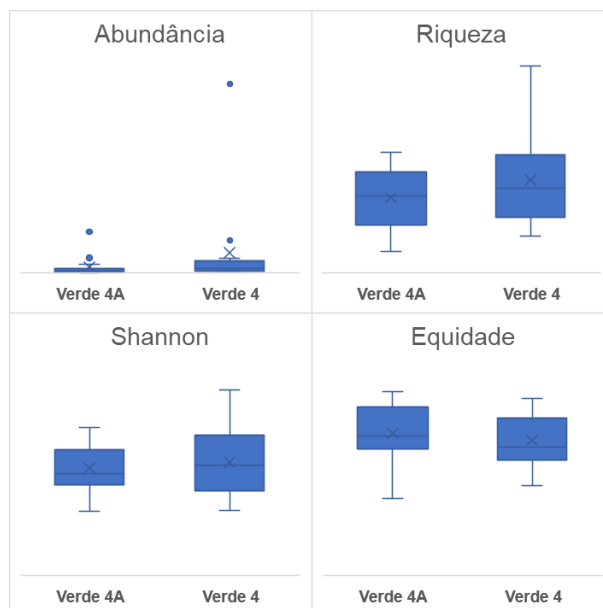
**Gráfico 7.** Variação dos índices de diversidade nos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS.

### SISTEMA EM CASCATA

A PCH Verde 4 é parte de um sistema de reservatórios em cascata, sendo o segundo da série, estando localizado abaixo da PCH Verde 4A e acima da UHE São Domingos. Quando comparadas as comunidades perifíticas das áreas de influência da PCH Verde 4A e Verde 4 percebe-se que há muita semelhança na composição (Gráfico 5), mas pouca semelhança na estrutura (Gráfico 6).

Em valores absolutos, mesmo com picos de elevação ou redução, a abundância varia dentro de uma faixa majoritária de grandeza, entre 1.000 e 100.000 ind/cm<sup>2</sup>. Pode-se dizer o mesmo em relação a riqueza, cujo valores no eixo longitudinal variaram majoritariamente entre 10 e 40 táxons/amostra (Gráfico 5, Gráfico 6). Comparativamente a outros monitoramentos ou levantamentos, ambos os atributos podem ser considerados abaixo do esperado para o perifíton. Também considerando-se os valores absolutos, não há diferença estatística para os atributos perifíticos, quando observada a variância dos dados (Gráfico 8). Observa-se uma tendência de a abundância ser maior no reservatório da PCH Verde 4 que no da PCH Verde 4A.

No trecho de controle a montante dos dois reservatórios (P01), observa-se predominância numérica da classe Bacillariophyceae em quase todas as amostragens desde abril de 2020 (Gráfico 6). Posteriormente, os ambientes seguintes, desde o trecho de transição da PCH Verde 4A (P02) até o último trecho amostrado (P07), têm alternância de dominância entre Bacillariophyceae, Cyanobacteria, e, eventualmente, Chlorophyceae e/ou Oedogoniophyceae. Observa-se também o aumento gradativo da abundância relativa da classe Zygnemaphyceae ao longo do eixo longitudinal, já influência da redução de velocidade da água causada pela formação dos reservatórios.



**Gráfico 8.** Comparação da variância dos principais atributos da comunidade perifítica nos reservatórios das PCHs Verde 4A e Verde 4.

Com exceção do trecho inicial do Rio Verde, acima da PCH Verde 4A, início do sistema em cascata (P01) e do reservatório da PCH Verde 4 (P06), os demais pontos tiveram bastante alteração na estrutura da comunidade perifítica nas três últimas campanhas de monitoramento, desde fevereiro de 2022 (Gráfico 6). Esta pode ser uma alteração causada tanto pela variação hidrológica do funcionamento das PCHs, quanto uma variação em função dos diversos substratos encontrados para amostragem da comunidade perifítica.

Via de regra, a composição e a estrutura da comunidade perifítica variam muito, tanto espacialmente quanto temporalmente. Mas uma tendência é que a PCH Verde 4A, primeira da série, apresente uma modificação maior da comunidade entre o trecho de transição rio-reservatório (P02) e a jusante dele (P04) a partir de agosto de 2021, quando a classe Cyanobacteria deixou de ser a mais abundante, o que não ocorreu no sistema seguinte.

Em resumo, é possível perceber que, ao contrário do fitoplâncton, que apresentou alta similaridade entre os dois reservatórios, a comunidade perifítica diferiu parcialmente. Porém, como existe a influência do substrato sob esta comunidade, os padrões talvez não estejam tão ressaltados como para o fitoplâncton. Muitas das alterações entre

campanhas de alguns pontos podem estar relacionadas a mudança de substratos entre elas (Tabela 8).

**Tabela 8.** Variação dos substratos coletados para amostragem da comunidade perifítica na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS, entre as campanhas de abril de 2020 e fevereiro de 2023.

	<b>P01 Montante</b>	<b>P02 Transição</b>	<b>P03 Res. Verde 4A</b>	<b>P04 Jus/Mont</b>	<b>P05 Transição</b>	<b>P06 Res. Verde 4</b>	<b>P07 Jusante</b>
<b>abr.20</b>	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo
<b>ago.21</b>	9 pecíolos	8 talos madeira	7 pecíolos	4 talos madeira	9 pecíolos	7 pecíolos	9 talos madeira
<b>fev.21</b>	4 folhas	8 pecíolos	5 folhas	3 pedras	4 folhas	7 pecíolos	3 folhas
<b>ago.21</b>	5 talos madeira	9 pecíolos	8 pecíolos	2 pedras	9 pecíolos	9 pecíolos	8 pecíolos
<b>fev.22</b>	5 pecíolo	6 pecíolo	6 pecíolo	8 pecíolo	4 pecíolo	6 pecíolos	2 folhas
<b>ago.22</b>	1 folha	4 folhas	5 folhas	1 pedra	5 pecíolos	3 pecíolos	1 folha
<b>fev.23</b>	7 folhas	5 folhas	1 folha	1 pedra	4 pecíolos	4 pecíolos	4 folhas

### Considerações Finais

A comunidade perifítica indica condições oligotróficas da água para a maioria dos ambientes nas campanhas realizadas até então. Isso porque, comumente, a comunidade apresenta baixíssimas densidades. Alguns ambientes apresentam uma comunidade estável em composição e estrutura ao longo do tempo, porém, muitas alterações são encontradas na maioria dos ambientes.

A campanha de monitoramento de fevereiro de 2023 não trouxe modificações significativas na comunidade, ou alguma indicação de impacto ambiental. As configurações desta campanha podem ser resultado de variação sazonal da comunidade, o que será confirmado com a continuidade do monitoramento.

## 7. ZOOPLÂNCTON

### INTRODUÇÃO

O zooplâncton é o conjunto de vários grupos taxonômicos de animais microscópicos que vivem à deriva na coluna de água. Em ambientes de água doce, incluem-se desde 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 Mato Grosso do Sul (ROSA *et al.*, 2017). Rotíferos são um filo de pequenos animais com cílios móveis que servem para natação e abdução do 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 com pelo menos 50 espécies em MS (ROSA & SILVA, 2017). Os cladóceros são parecidos com copépodos, mas menores, recobertos por uma carapaça flexível e usam as pernas para 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, de forma que respondem rapidamente às mudanças ambientais. O zooplâncton é reconhecido como indicador da qualidade da água em reservatórios (CETESB, 2006).

### METODOLOGIA

#### Coleta de dados

Para amostragem da biocenose zooplanctônica foram obtidas amostras subsuperficiais nos pontos montante e jusante, além de transição fluvial-limnética do reservatório e na região limnética do reservatório. O ponto controle deste empreendimento, a montante da PCH Verde 4, está na área de influência da PCH Verde 4A. Deste modo, a obtenção de amostras e análises são integradas para este ponto em comum para ambos os empreendimentos.

Em cada ponto de monitoramento, a cada campanha, 150 litros de água são filtrados em rede de plâncton com 68 µm de abertura da malha, para obter amostras concentradas. O concentrado pela rede é misturado em frasco para conter a amostra



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 três subamostras 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 subamostra é obtida sem homogeneização, pipetando o fundo do recipiente da amostra, obtendo um concentrado decantado das partículas e animais, depois de realizadas as análises quantitativas.

Organismos tipicamente zooplancônicos são identificados até o nível de espécie, sempre que possível. Para a identificação, são utilizadas 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.

### Análise de dados

A densidade dos organismos zooplancônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m<sup>3</sup>, segundo a fórmula:

$$D (\text{ind}/\text{m}^3) = (n \cdot V_{\text{frasco}} \cdot 1000) / (V_{\text{filtrado}} \cdot V_{\text{analisado}})$$

Onde:

n é o número indivíduos da espécie contados nas análises quantitativas;

V<sub>frasco</sub> é o volume da amostra preservada em formaldeído 4 %;

V<sub>filtrado</sub> é o volume de água filtrado em rede de 68 µm a campo (360 l);

V<sub>analisado</sub> 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). Esta proporção gera o índice parcial da comunidade zooplanctônica, que ainda depende de variáveis, como Clorofila-a para presença de Rotifera 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Na campanha realizada em fevereiro de 2023 registramos 13 formas ou táxons, com densidade média de 42.514 indivíduos por metro cúbico de água nas amostras de zooplâncton (Tabela 9). Esta riqueza taxonômica é baixa em comparação às campanhas recentes, enquanto a densidade é intermediária. Em períodos hidrológicos correspondentes, registramos 17 formas ou táxons, com densidade de 34.905 ind./m<sup>3</sup> em fevereiro de 2022, e na campanha de fevereiro de 2020 registramos 19 formas ou táxons, com densidade de 54.838 ind./m<sup>3</sup> (Tabela 10).

Nesta campanha não houve registro de protozoários (Tabela 9) entre os principais grupos esperados na composição do zooplâncton dulcícola. Os grupos mais abundantes nesta campanha foram microcrustáceos Calanoida (Figura 3) com 42,3% da abundância, seguido de microcrustáceos Cyclopoida (26,6%), microcrustáceos Cladocera (23,1%) e Rotifera (Figura 4, 8,1%).



**Figura 3.** Forma imatura (copepodito) de microcrustáceo Calanoida registrada na amostra de fevereiro de 2023 no reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fotografia em microscópio com ampliação de 100 vezes. Abril de 2023.

Não houve táxon dominante, resultando em índice de equidade de Pielou de 0,81 (numa escala de zero a um), valor alto em comparação às campanhas recentes. Como equidade é um dos componentes da diversidade, mesmo em combinação com riqueza taxonômica intermediária a baixa, resultou em valor 1,93 para índice de diversidade de Shannon, também intermediário em comparação às campanhas recentes. Comparativamente, em períodos hidrológicos correspondentes, foram registrados equidade de Pielou de 0,75 e índice de diversidade de Shannon de 1,93 na campanha fevereiro de 2022, e valor 0,79 de equidade e índice de diversidade de 2,2 na campanha de fevereiro de 2021.

**Tabela 9.** Táxons registrados, densidades (organismos por metro cúbico) em cada ponto de amostragem e índice parcial da comunidade Zooplanctônica (ICZp), na campanha de fevereiro de 2023 do monitoramento na área da PCH Verde4, Água Clara, MS.

Período →		Fev.2023			
		Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante
Táxons ↓	Pontos →				
<b>ROTIFERA</b>					
<b>Conochilidae</b>					
	<i>Conochilus unicornis</i>	582			469
<b>Hexarthridae</b>					

Período →		Fev.2023			
Táxons↓	Pontos→	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante
<i>Hexarthra mira</i>				10176	938
<i>Hexarthra</i> sp.		X			
<b>Synchaetidae</b>					
<i>Polyarthra</i> sp.				1071	
<b>Trichocercidae</b>					
<i>Trichocerca similis</i>					469
<b>COPEPODA</b>					
<b>Cyclopoida</b>					
Copepodito Cyclopoida		8151	13289	13389	9378
Nauplio Cyclopoida			578		469
<b>Calanoida</b>					
Copepodito Calanoida		1747	12133	9104	6096
Nauplio Calanoida		6404	9822	21422	5158
<b>CLADOCERA</b>					
<b>Bosminidae</b>					
<i>Bosminiopsis deitersi</i>				8033	1876
<b>Daphniidae</b>					
<i>Daphnia gessneri</i>		1164			938
<b>Monidae</b>					
<i>Moina minuta/micrura</i>			1156	8033	6564
<i>Moina</i> sp.		1164			
<b>Sididae</b>					
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>		4658			5627
<b>Densidade (ind/m<sup>3</sup>)</b>		<b>23871</b>	<b>36978</b>	<b>71229</b>	<b>37980</b>
<b>Riqueza (taxa/amostra)</b>		<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
<b>ICZp - Calanoida / Cyclopoida</b>		<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>1,1</b>



**Figura 4.** Exemplar de *Conochilus unicornis* (Rotifera) registrado na amostra obtida em fevereiro de 2023 a montante da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fotografia em microscópio com ampliação de 200 vezes. Abril de 2023.

#### HISTÓRICO DE PARÂMETROS MONITORADOS

Para comparação no histórico de dados, os pontos a montante, bem como os pontos a jusante, são comuns tanto à Bioláqua (2020) como à Fibracón (2020; 2021; 2022). Os dados do ponto reservatório de Bioláqua (2020) foram pareados aos dados do ponto na região limnética do reservatório, pois foram locados a apenas centenas de metros de distância. O ponto na transição fluvial-lacustre do reservatório não foi pareado, portanto, os dados incluem apenas dados a partir de abril de 2020 (Tabela 9).

No pré-enchimento ocorreram as menores densidades do zooplâncton monitorado, com boa representatividade de todos os grupos componentes, incluindo protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodos, estes um pouco mais abundantes (Tabela 10). Desde o pós-enchimento até a campanha recente, Copepoda, Cladocera e Rotifera foram os grupos mais importantes na composição do zooplâncton, com baixa abundância relativa de protozoários e organismos bentônicos, especialmente na campanha mais recente (Tabela 9).

Protozoários, especialmente tecamebas, tem relação com a sedimentação nos ambientes aquáticos, assim, é possível que a sua atual baixa representatividade ocorra em função do serviço ambiental realizado pelo reservatório da PCH Verde 4A, a montante, na contenção do assoreamento da drenagem do rio Verde.

Microcrustáceos Cladocera tiveram registros mais constantes desde o enchimento do reservatório, com continuidade de registros das principais famílias e gêneros taxonômicos com variações taxonômicas possivelmente decorrentes de diferenças na identificação em nível de gênero ou em nível de espécie. Como esperado, a representatividade de Cladocera foi maior no reservatório e a sua jusante (Tabela 9, Tabela 10), ambientes onde a produtividade planctônica permite o estabelecimento de cadeia alimentar mais complexa.

Microcrustáceos Copepoda também dependem de cadeia alimentar mais complexa, e foram registrados em todas as campanhas e em quase todas as amostras (Tabela 9, Tabela 10). A proporção entre os subgrupos Calanoida e Cyclopoida variou intensamente entre pontos e entre campanhas, provavelmente seguindo oscilações pontuais no estado trófico do ambiente, o que é aproveitado na bioindicação de qualidade da água, como tratado no tópico seguinte.

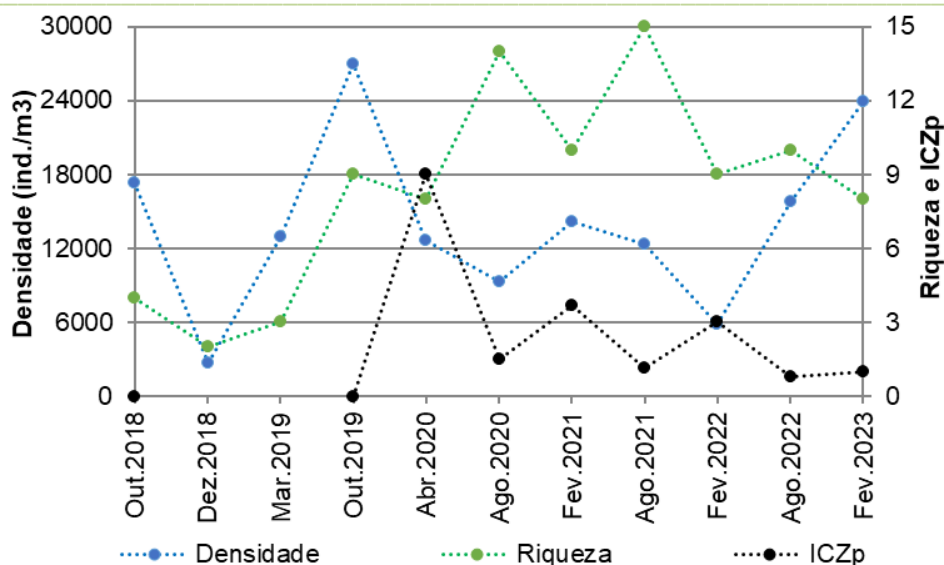
O ponto montante da PCH Verde 4 representa, concomitantemente, jusante para a PCH Verde 4A, e recebe desta organismos planctônicos à deriva e níveis de nutrientes na água, que refletem a qualidade ambiental de toda a bacia e do reservatório a montante. Neste ponto, ocorreram oscilações de representatividade do zooplâncton e do índice ICZp, mas com valores intermediário de densidade e de riqueza de espécies, com ICZp próximo ao ótimo esperado nas campanhas recentes (Gráfico 9).

**Tabela 10.** Táxons registrados, densidades (organismos por metro cúbico) em cada ponto de amostragem e índice parcial da comunidade Zooplânctônica (ICZp), nas etapas de 2018 a 2022 do monitoramento na PCH Verde4, Água Clara, MS.

Fonte de dados →		BIOLÁQUA (2020)										FIBRACON (2020)																													
Fases →		Pré-enchimento		Pós-enchimento						Operação																															
Período →		Out.2018		Dez.2018		Mar.2019		Out.2019		Abr.2020		Ago.2020		Fev.2021		Ago.2021		Fev.2022		Ago.2022																					
Táxons↓	Pontos→	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante				
		<b>ROTIFERA</b>																																							
Ovo Rotifera										520					1390	X																									
Bdelloidea			1180	1346						1173																															
<b>Brachionidae</b>																																									
Anuraeopsis navicula													1330																												
Brachionus dolabratus																		1920																		473	453				
Brachionus falcatus					15577	3615												504			1022	482													473	453	467				
Brachionus sp.																2780																									
Keratella americana							1692																																		
Keratella cochlearis					1808					1173																427												453			
Plationus patulus																								X																	
<b>Collothecidae</b>																																									
Collothea sp.							5077	1173	1635																																
<b>Conochilidae</b>																																									
Conochilus coenobasis							20308																																		
Conochilus unicornis																																							473	11787	4667
<b>Epiphanidae</b>																																									
Epiphanes sp.														X											X																
<b>Gastropodidae</b>																																									
Asocomorpha sp.									2558																															473	
<b>Hexarthridae</b>																																									
Hexarthra intermedia														1330	1440	5560	960																								
Hexarthra mira														1040	1250																										
Hexarthra sp.					18692					3519	3837																														
<b>Lecanidae</b>																																									
Lecane bulla																																									
Lecane sp.					1558																																				
Monostyla spp.					6231	1808	1846	1692																																	
<b>Lepadellidae</b>																																									
Lepadella sp.				1346																																					
<b>Proalidae</b>																																									
Proales sp.																																									
<b>Synchaetidae</b>																																									
Polyarthra sp.					3115	1808		5077		1279																															
Synchaeta oblonga																																									
Synchaeta sp.																			504	1447	46511	X																			
<b>Testudinellidae</b>																																									
Testudinella patina																																									
Testudinella sp.					1558																																				
<b>Trichocercidae</b>																																									
Trichocerca rattus																																								473	
Trichocerca similis																																						X	X		453
<b>Trochosphaeridae</b>																																									
Filinia longiseta																																							493	907	
Filinia opoliensis																																									
<b>COPEPODA</b>																																									



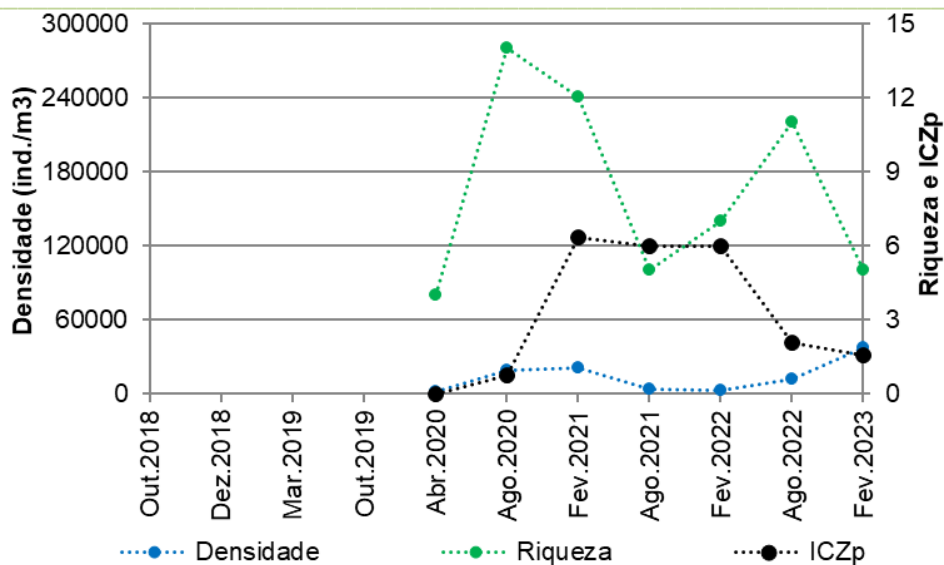




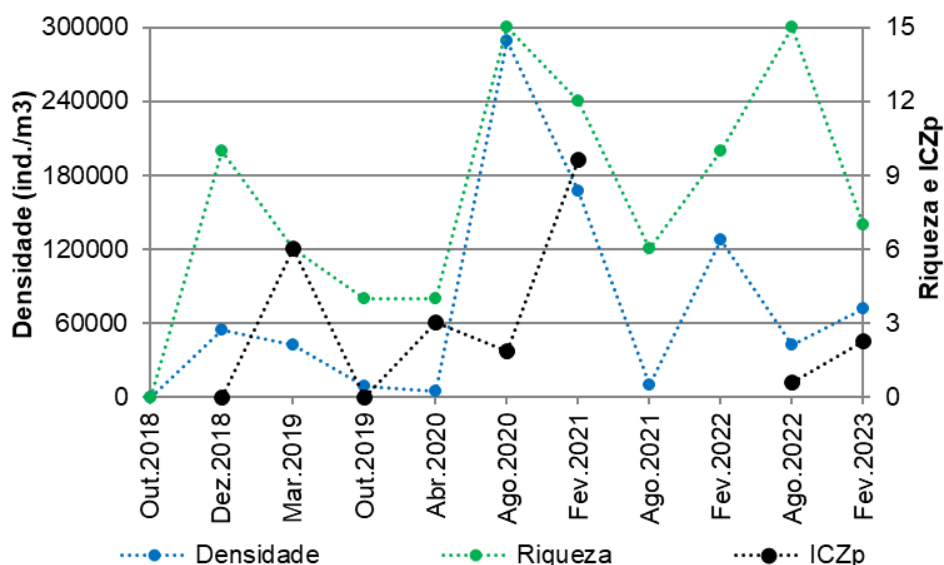
**Gráfico 9.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento à montante da PCH Verde 4.

Na transição fluvial-limnética do reservatório da PCH Verde 4, mesmo com dados de menos campanhas de monitoramento, também registramos flutuações dos parâmetros, sempre com baixa densidade e valores intermediários de riqueza de espécies, com ICZp dentro do ótimo esperado na campanha recente (Gráfico 10).

Na área limnética do reservatório também ocorreram oscilações desde o pós-enchimento (0), com picos de densidade e alternância de grupos taxonômicos dominantes, fenômenos comuns no início da estabilização limnológica de reservatórios (ESTEVES, 1998). Nas campanhas recentes, os parâmetros monitorados indicam cenário bastante favorável: densidade relativamente baixa (indicando baixa produtividade) e índice ICZp próximo ao ideal esperado (Gráfico 110).



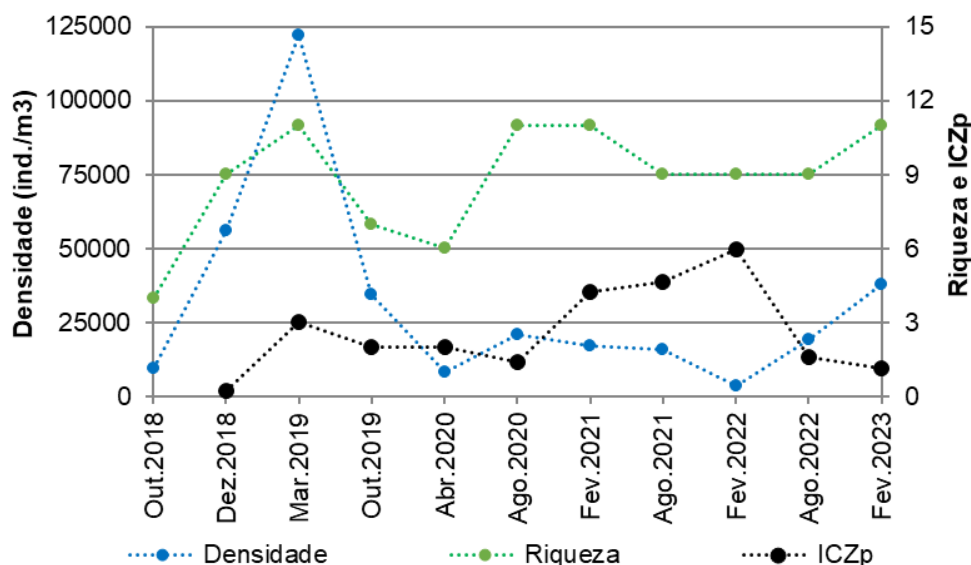
**Gráfico 10.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento na transição fluvial-limnética do reservatório da PCH Verde 4.



**Gráfico 11.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento da área limnética do reservatório da PCH Verde 4.

Sob influência da descarga de água do empreendimento, as amostras a jusante também apresentaram alta dos parâmetros riqueza e densidade no pós-enchimento (março de 2019), seguido de estabilização de baixa densidade, com manutenção dos valores de riqueza de espécies (Gráfico 12). Adicionalmente, o ICZp que apresentava tendência de aumento palatino, apresentou valor ideal nas campanhas recentes de

agosto de 2022 e fevereiro de 2023, configurando indicações de boa qualidade da água, como discutido no tópico a seguir.



**Gráfico 12.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplânctônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplânctônica) no histórico de monitoramento à jusante da PCH Verde 4.

### ESPÉCIES E GRUPOS BIOINDICADORES

O principal indicador zooplânctônico de estado trófico e da qualidade da água em reservatórios, o índice da comunidade zooplânctônica parcial (ICZp, CETESB, 2006), considera as proporções de abundância entre os grupos taxonômicos Calanoida e Cyclopoida, cujo resultado ideal inclui o intervalo entre 1 e 2.

Nesta campanha, todas as amostras apresentaram essa proporção da densidade de microcrustáceos Calanoida dividida pela densidade de microcrustáceos Cyclopoida (Tabela 9, Tabela 10), com resultados entre 1,0 e 2,3, próximos ou dentro da faixa de ótimo ideal (entre 1 e 2).

Concomitantemente a esses bons valores de ICZp, a diversidade zooplânctônica segue relativamente alta, e a densidade do zooplâncton segue relativamente baixa, sem indicação de aumento da produtividade zooplânctônica, portanto, os ambientes podem ser classificados como oligotróficos, se considerado apenas o zooplâncton.

Nesta campanha, foram novamente registrados todos os principais grupos de organismos esperados, exceto Tecamebas. Como este grupo é beneficiado pela

sedimentação e assoreamento dos ambientes, a baixa representatividade de tecamebas é também um bom indicador.

Em campanhas anteriores ocorreu significativa abundância de *Bosminiopsis deitersi*, espécie de microcrustáceo Cladocera comum em reservatórios meso-eutróficos. Contudo, nas campanhas recentes, esta espécie apresentou baixa representatividade, em concordância com a oligotrofia dos ambientes.

Rotíferos também apresentaram representatividade dentro do esperado, indicando disponibilidade normal de matéria orgânica em processamento ao longo de toda a área da PCH Verde 4A.

É importante cruzar estas observações com a bioindicação por outras comunidades de organismos aquáticos para aprofundar a análise de bioindicação e qualidade da água.

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O registro de zooplâncton com densidade, riqueza e composição taxonômicas semelhantes às campanhas anteriores, indicam estabilização nas condições ambientais.

Em todas as amostras desta campanha, a proporção entre Calanoida e Cyclopoida (ICZp) esteve dentro ou próxima ao ideal, completando a indicação de condições oligotróficas e boa qualidade da água nos ambientes.

Não houve táxon dominante, resultando em índices de equidade e diversidade intermediários a altos. Não houve significativa densidade de táxons comuns em reservatórios meso-eutróficos.

## 8. ZOOBENTOS

### INTRODUÇÃO

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos, ou zoobentos, é formada por diferentes filos de animais invertebrados que vivem junto a ou dentro dos substratos dos corpos de água. Incluem desde organismos diminutos, quase indivisíveis a olho nu, como pequenos vermes Nematoda, até organismos com alguns centímetros de tamanho corporal, como bivalves e gastrópodes (Mollusca), mas com maior representatividade de larvas de insetos e outros Arthropoda.

A diversidade de invertebrados bentônicos em Mato Grosso do Sul pode ser exemplificada pelo registro 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.

Zoobentos apresentam algumas vantagens para a bioindicação de qualidade ambiental, entre as quais: (1) o 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); (3) elevada sensibilidade às mudanças no habitat aquático. Tais fatores fazem dos zoobentos o grupo funcional mais utilizado em indicação de qualidade de ambientes aquáticos (KARR, 1991).

### METODOLOGIA

#### Coleta de dados

Para amostragem da biocenose bentônica, são obtidas amostras com três a cinco repetições de uso de amostrador Surber em cada ponto, 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 0,0625 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.

São aplicadas cinco repetições em diferentes tipos de substratos moles ou duros, quando disponíveis, totalizando 0,3125 m<sup>2</sup> para cada amostra.

O material coletado 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. 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 a identificação dos organismos podem ser realizadas em placas de Petri ou câmara de Bogorov, sob estereomicroscópio. A identificação é realizada em nível de família taxonômica para a maioria dos grupos, com base em Moretti (2004), Froehlich *et al.* (2007) e Mugnai *et al.* (2010).

### Análise de dados

Para caracterizar a biocenose, serão calculados valores de densidade (organismos por m<sup>2</sup>), riqueza taxonômica (táxons por amostra), o índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de equidade de Pielou.

A densidade dos organismos zooplanctônicos 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):

$$H' = - (\sum p_i \cdot \ln p_i)$$

Onde:

$p_i = n_i/N$ ,

$n_i$  = 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 nas análises quantitativas.

A equidade de Pielou para a amostra será calculada pela fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$E = H' / \ln S$$

Onde:

H' é o índice de Shannon;

LnS, ou logaritmo natural/neperiano do número de espécies registradas nas análises quantitativas.

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. Os scores para as famílias foram obtidos de diretriz recente do IAP (2018), pela proximidade geográfica e por se tratar da bacia do Alto Rio Paraná. A somatória dos scores de sensibilidade à poluição indica a integridade do ambiente aquático pelo índice BMWP (Tabela 11).

**Tabela 11.** 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

O índice ASPT (*Average Score Per Taxon*) representa a média dos scores das diferentes famílias e grupos, sendo que, maior que 6 indica águas limpas, entre 5 e 6 indica qualidade duvidosa, entre 4 e 5 indica provável poluição moderada e menor que 4 indica provável poluição severa (Tabela 12).

**Tabela 12.** Relação entre o índice biótico ASPT e indicação de qualidade da água.

Médias de "Scores"	Qualidade ambiental
Maior que 6	Águas limpas
5 – 6	Qualidade duvidosa
4 – 5	Provável poluição moderada
Menor que 4	Provável poluição severa



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Nas amostras da campanha realizada em fevereiro de 2023, registramos 27 táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 1.934 indivíduos por metro quadrado de substrato (Tabela 13). A riqueza taxonômica é alta em comparação às campanhas em períodos hidrológicos correspondentes, com 19 táxons em fevereiro de 2022 e 22 táxons em fevereiro de 2021.

A densidade registrada na campanha é intermediária em comparação às campanhas recentes, com 4.740 indivíduos/m<sup>2</sup> de substrato em fevereiro de 2022, e 1.365 indivíduos/m<sup>2</sup> em fevereiro de 2021 (Tabela 14). Novamente, a maior parte da densidade está relacionada à alta representatividade de microcrustáceos Cladocera e Copepoda nas amostras, organismos predominantemente planctônicos, assim, provavelmente ocorrendo no substrato após decantação a partir da coluna de água. Microcrustáceos Cladocera representaram 45,9% dos registros e Copepoda corresponderam a 17,8% dos registros nesta campanha.

Entre os organismos tipicamente bentônicos, foram mais abundantes Ostracoda (10,5%), larvas de Diptera (9,6% da abundância, Figura 5), Oligochaeta (6,3%, Figura 6) e Ephemeroptera (1,6%, Figura 7).



**Figura 5.** Larva aquática de Chironomidae (Diptera) registrada em fevereiro de 2023 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 36 vezes.



**Figura 6.** Um Oligochaeta, verme de vida livre bentônicos, registrado em fevereiro de 2023 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 16 vezes.



**Figura 7.** Larva de Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) registrada em fevereiro de 2023 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 16 vezes.

**Tabela 13.** Táxons e suas densidades (organismos por metro quadrado) em cada ponto de amostragem na campanha de fevereiro de 2023 do monitoramento de zoobentos na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS, além de parâmetros da composição das biocenoses, incluindo índices de Equidade de Pielou, Diversidade de Shannon, e BMWP e ASPT para bioindicação.

Táxons	Período → Score-base BMWP	Fevereiro de 2023			
		Montante (P04) mesmo que jusante / 4A	Transição do reservatório (P05)	Reservatório - região limnética (P06)	Jusante (P07)
<b>MOLLUSCA</b>					
<b>Bivalvia</b>			6		93
<b>Gastropoda</b>					
Planorbidae	3		3	6	10
<b>NEMATODA</b>		3	3	6	
<b>ANNELIDAE</b>					
<b>Hirundinea</b>				3	
<b>Oligochaeta</b>	1	29	10	115	10
<b>ARTHROPODA - Crustacea</b>					
<b>Ostracoda</b>	2	3	134	16	38
<b>Cladocera</b>		208	>1000	>1000	>1000
<b>Copepoda</b>					
Diaptomidae		96	>1000	>1000	>1000
<b>ARTHROPODA - Arachnida</b>					
<b>Hydracarina</b>	4	3	16		
<b>Araneae</b>					3
<b>ARTHROPODA - Collembola</b>		3			
<b>ARTHROPODA - Insecta</b>					
<b>Trichoptera</b>					
Hydropsychidae	5		6		16
Hydroptilidae	6		3		
Leptoceridae	10		3		
<b>Ephemeroptera</b>					
Baetidae	4	10	160	22	42
Caenidae			6	13	
Leptohyphidae	6	6	6	6	10
<b>Coleoptera</b>					
Dytiscidae	3		6	6	
Elmidae	5			3	3
<b>Heteroptera</b>					
Corixidae	4		45	22	
Notonectidae	4			3	
Veliidae	4				
<b>Lepidoptera</b>					
Pyrilidae	7		3		
<b>Odonata - Anisoptera</b>					
Gomphidae	5		19		
Libellulidae	8				3
<b>Odonata - Zygoptera</b>					
Calopterygidae	8	16			
Perilestidae			3	6	19
<b>Diptera</b>					
Chaoboridae		3			48
Ceratopogonidae	4	16		3	3
Chironomidae	2	173	109	58	32
<b>Densidades</b>	<b>139</b>	<b>570</b>	<b>2544</b>	<b>2291</b>	<b>2330</b>
<b>Riqueza taxonômica</b>		<b>13</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>16</b>
<b>Equidade de Pielou</b>		<b>0,64</b>	<b>0,50</b>	<b>0,44</b>	<b>0,47</b>
<b>Diversidade de Shannon</b>		<b>1,65</b>	<b>1,48</b>	<b>1,24</b>	<b>1,31</b>
<b>Índice BMWP</b>		<b>31</b>	<b>62</b>	<b>38</b>	<b>40</b>
<b>Índice ASPT</b>		<b>3,875</b>	<b>4,43</b>	<b>3,45</b>	<b>4</b>

O índice de Pielou das amostras individuais variou entre 0,44 e 0,64, numa escala de zero a um, enquanto o índice de diversidade de Shannon variou entre 1,24 e 1,65, valores intermediários em comparação às campanhas anteriores (Tabela 14).

No histórico de dados, a riqueza taxonômica ocorreu dentro das mesmas ordens de grandeza nas diferentes fases do monitoramento, mas com tendência de incremento no decorrer das campanhas realizadas já na fase de operação do empreendimento (Tabela 14).

A composição taxonômica das comunidades bentônicas também foi parecida nas diferentes fases, com apenas três táxons relatados por Bioláqua (2020), os quais não foram registrados nas campanhas posteriores, todos com ocorrência esperada nos ambientes monitorados. Isso indica que os dados da série histórica são comparáveis, com continuidade na qualidade das metodologias de coleta e identificação das amostras. O registro recente de mais táxons no decorrer do monitoramento (Tabela 14) é esperado em função do incremento de esforço amostral, o que pode resultar em novas oportunidades de registros.

Parte dos pontos de monitoramento são comuns tanto à Bioláqua (2020) como à Fibracon (2020). Deste modo, os pontos a montante utilizados nas diferentes etapas são diretamente comparáveis ao longo do histórico de monitoramento, bem como ocorre para os pontos a jusante. Já os dados do ponto reservatório de Bioláqua (2020), foram pareados aos dados do ponto reservatório – região limnética, apresentados por Fibracon (2020), pois estão localizados a poucas centenas de metros de distância. Deste contexto, resultam os Gráfico 13, 14, Gráfico 15 e Gráfico 16, bem como seus respectivos dados numéricos ao final da Tabela 14, que sintetizam os principais parâmetros das biocenoses zoobentônicas monitoradas.

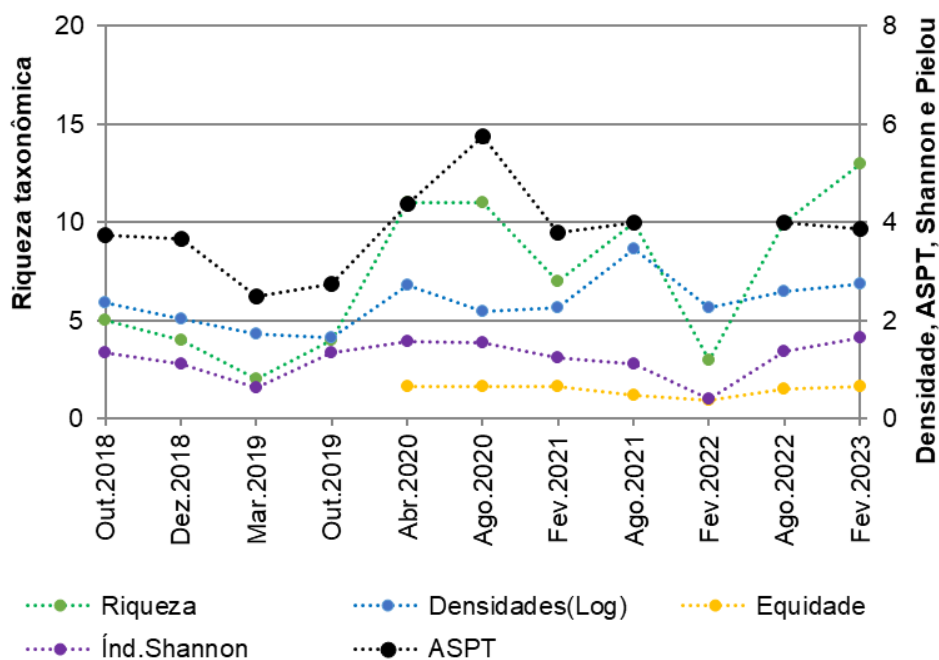
Na campanha e etapa atuais, as amostras da maioria dos pontos monitorados apresentam tendência de incremento da representatividade bentônica na fase de operação do empreendimento, com a formação de comunidades bentônicas mais complexas após a consolidação de substratos e estabilização dos ambientes do reservatório e entorno, incluindo aumento na (re)ciclagem de nutrientes na cadeia trófica, fatores esperados na estabilização limnética.

**Tabela 14.** Táxons e suas densidades (organismos por metro quadrado) em cada ponto de amostragem nas diferentes etapas do monitoramento de zoobentos na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS, além de parâmetros decorrentes da composição das biocenoses, incluindo índices de Equidade de Pielou, Diversidade de Shannon, e BMWP e ASPT para bioindicação. Os índices BMWP e ASPT foram recalculados com adição recente de scores de bioindicação de mais grupos, conforme apresentado por IAP (2018).

Fonte de dados →	BIOLÁQUA												FIBRACON																								
	Pré-enchimento			Pós-enchimento									Operação																								
	Outubro de 2018			Dezembro de 2018			Março de 2019			Outubro de 2019			Abril de 2020			Agosto de 2020			Fevereiro de 2021			Agosto de 2021			Fevereiro de 2022			Agosto de 2022									
Táxons	Score-base BMWP	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Reservatório limnético	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Reservatório limnético	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Reservatório limnético	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Reservatório limnético	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Reservatório limnético	Jusante				
<b>PORIFERA</b>																																					
<b>Demospongiae</b>																																					
Potamolepidae																																					
<b>CNIDARIA</b>																																					
<b>Hydra</b>																																					
<b>MOLLUSCA</b>																																					
<b>Bivalvia</b>																																					
<b>Gastropoda</b>																																					
Planorbidae	3														5	15																					
<i>Antillorbis</i> sp.																																					
<b>NEMATODA</b>																																					
<b>ANNELIDAE</b>																																					
<b>Hirundinea</b>																																					
<b>Oligochaeta</b>	1	45			54	27		36	9		9	45	9																								
Naididae																																					
Tubificidae																																					
<b>ARTHOPODA - Crustacea</b>																																					
<b>Ostracoda</b>	2																																				
Cypridae																																					
<b>Diplostraca</b>																																					
Cyclestheriidae																																					
<i>Cyclestheria</i> gr. <i>hislopi</i>																																					
<b>Cladocera</b>																																					
<b>Copepoda</b>																																					
Ovos de Copepoda																																					
Diaptomidae																																					
Pseudodiaptomidae																																					
<b>Cyclopoida</b>																																					
<b>Harpacticoida</b>																																					
Parastenocarididae																																					
<b>ARTHOPODA - Arachnida</b>																																					
<b>Amblypygi</b>																																					
<b>Hydracarina</b>	4																																				
<i>Acari</i> sp.																																					
<b>ARTHOPODA - Insecta</b>																																					
<b>Trichoptera</b>																																					
Helicopsychidae																																					
Hydropsychidae	5	27																																			
Hydroptilidae	6																																				
Leptoceridae	10																																				
Philopotamidae	8																																				
Polycentropodidae	7																																				
<b>Ephemeroptera</b>																																					
Baetidae	4																																				
Caenidae																																					

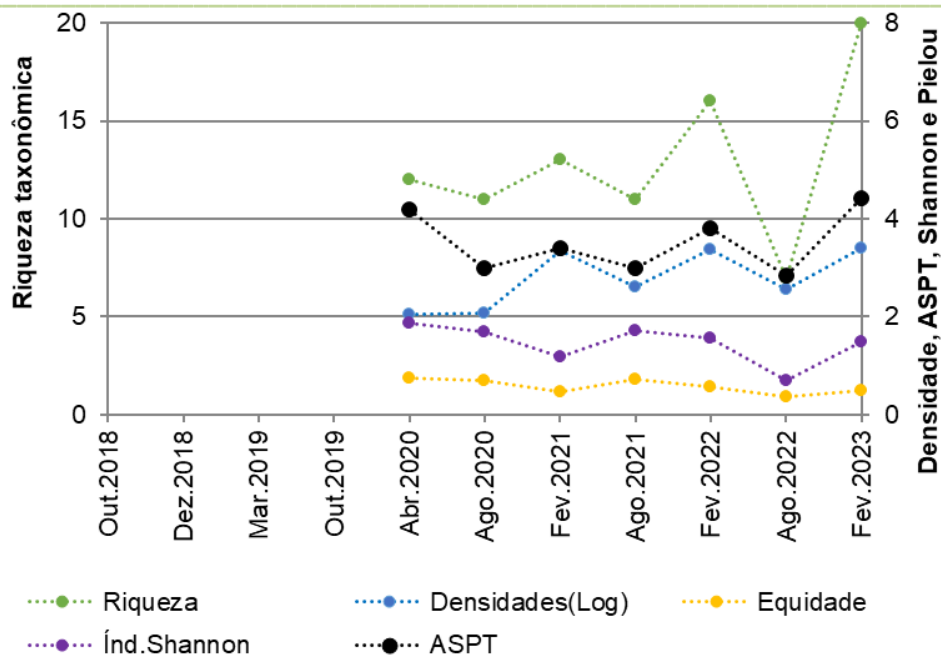


A tendência de aumento da representatividade é acompanhada de aumento no número de táxons registrados, influenciando positivamente o índice de diversidade de Shannon em todos os ambientes monitorados (Gráfico 13, Gráfico 14, Gráfico 15, Gráfico 16), com a presença de táxons sensíveis, o que repercute nos índices de bioindicação, como tratado no próximo tópico.

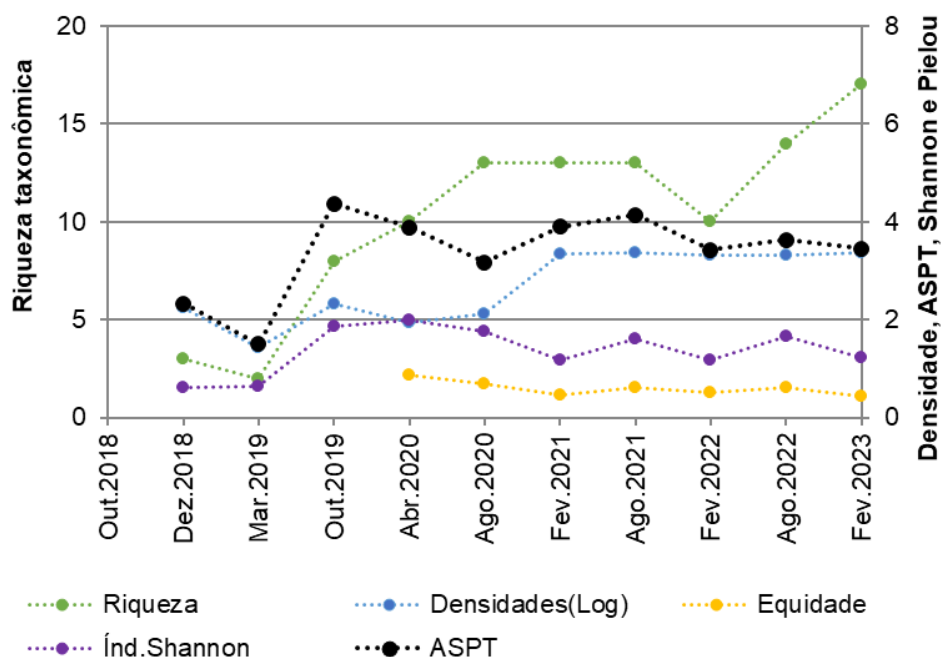


**Gráfico 13.** Evolução de parâmetros monitorados à montante da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplanctônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade ambiental.

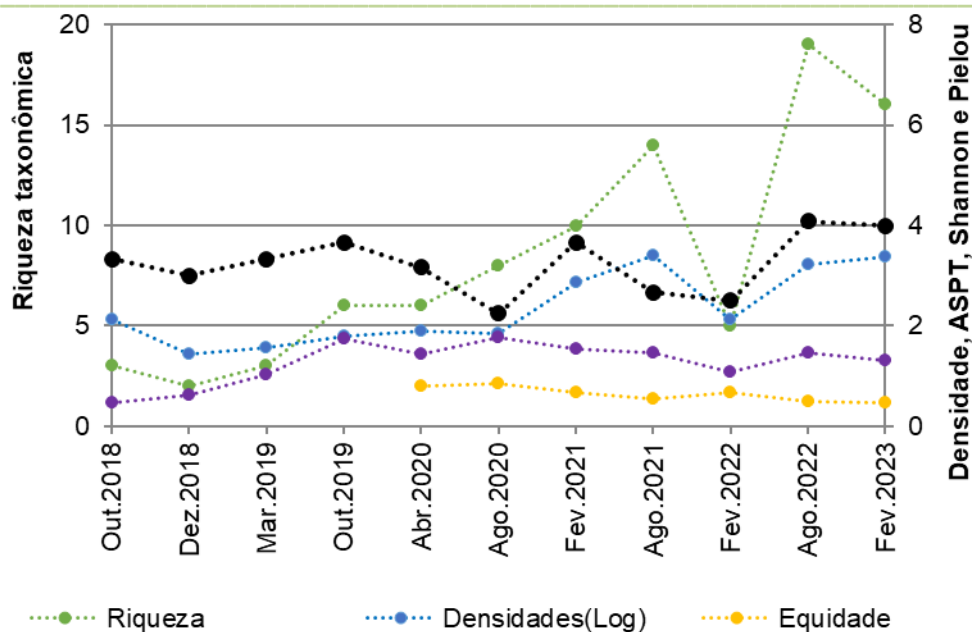




**Gráfico 14.** Evolução de parâmetros monitorados na região de transição fluvial-limnética do reservatório, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplancônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade ambiental.



**Gráfico 15.** Evolução de parâmetros monitorados no reservatório – região limnética (Fibracon), ou reservatório (Bioláqua, 2018) da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplancônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade ambiental.



**Gráfico 16.** Evolução de parâmetros monitorados a jusante da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplânctônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade.

### ESPÉCIES E GRUPOS BIOINDICADORES

A partir dos scores BMWP (constantes na Tabela 13, conforme IAP, 2018) das famílias taxonômicas de macroinvertebrados aquáticos, calculamos e apresentamos tanto o índice BMWP (somatória dos scores) como o índice ASPT (média dos scores), ao longo do monitoramento.

Entre esses indicadores, consideramos prioritariamente o índice ASPT, pois o índice BMWP é influenciado pela representatividade nas amostragens (GUTIÉRREZ-FONSECA & LORION, 2014). Quando ocorre baixa representatividade de animais nas amostras, há um viés de queda na somatória dos scores (BMWP), que não ocorre quando se usa as médias do registrado (ASPT).

No histórico de dados ocorrem várias famílias taxonômicas sensíveis a alterações, como Leptoceridae (Figura 8), Leptophlebiidae, Pyralidae, Aeshnidae e Libellulidae. E muitas famílias com scores intermediários, bem como alguns táxons resistentes a alterações (como Oligochaeta, Ostracoda e Chironomidae).

Como já mencionado no tópico anterior, os valores de ASPT nesta campanha estiveram ao redor do valor 4, o qual é limítrofe entre as indicações de “provável poluição severa” e “provável poluição moderada” desde montante, reservatório, até jusante.

Fatores do ambiente físico, como o assoreamento difuso desde montante da PCH Verde 4A (por sua vez à montante da PCH Verde 4), mudanças locais de correntes de água e deposição de substratos decorrentes da instalação de ambos os barramentos das PCHs Verde 4 e Verde 4A, bem como fatores limnológicos, incluindo as oscilações em ambos os reservatórios em estabilização, além das fortes chuvas após baixa pluviosidade nos dois anos anteriores, estão entre as possíveis causas dos valores de bioindicação por ASPT abaixo do ideal.



**Figura 8.** Forma imatura de Leptoceridae (Trichoptera, Insecta), táxon com score máximo de bioindicação, registrado em fevereiro de 2023 no reservatório da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 20 vezes.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na campanha de fevereiro de 2023 ocorreram valores altos de riqueza taxonômica, mas intermediários de densidade zoobentônica, equidade de Pielou, diversidade de Shannon e do indicador ASPT. Fatores do ambiente físico, como o assoreamento difuso, desde montante da PCH Verde 4 e da PCH Verde 4A, mudanças locais de correntes de água e deposição de substratos decorrentes da instalação de ambos os barramentos das PCHs Verde 4 e Verde 4A, bem como fatores limnológicos, incluindo as oscilações em ambos os reservatórios em estabilização, além das fortes chuvas, estão entre as possíveis causas dos valores de bioindicação por ASPT abaixo do ideal, indicando “provável poluição severa a moderada” desde montante.

Na campanha anterior ocorreu interrupção temporária na tendência paulatina de estabelecimento de comunidade zoobentônica mais complexa e estável. Nesta campanha, voltamos a registrar tendência de melhora, conforme o esperado pela estabilização dos ambientes aquáticos monitorados.

Comparando a bioindicação de “provável poluição” por zoobentos, com a bioindicação de oligotrofia (boa qualidade da água) apontada por ambas as comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, pode-se pressupor que a poluição bioindicada pelos zoobentos não tem relação com aumento da trofia (produtividade por disponibilização de nutrientes) nos ambientes. Neste cenário, o assoreamento está entre os fatores que atuam continuamente, resultando índices ASPT abaixo do ideal. Contudo, como as comunidades planctônicas indicam oligotrofia e relativa estabilidade da qualidade da água, e como há a PCH Verde 4A mitigando o assoreamento à montante da PCH, assim, auxiliando na formação de substratos bentônicos consolidados, há a expectativa de melhora gradual das condições para os zoobentos a médio prazo.

Os enfoques resumidos acima serão mantidos nas próximas etapas do monitoramento, de modo a verificar a possível melhora na qualidade ambiental do rio Verde após a estabilização dos reservatórios das PCHs Verde 4A e Verde 4.

---

## 9. MACRÓFITAS

### INTRODUÇÃO

Macrófitas são plantas que colonizam ambientes aquáticos, sobretudo água doce, e podem ser encontradas principalmente em planícies de inundação, sendo que o regime hidrológico ou padrão de variação da água são os fatores mais importantes que possibilitam o fluxo de suas comunidades (SILVA *et al.*, 2012). Outros aspectos que podem influenciar na colonização das plantas aquáticas são a radiação fotossinteticamente ativa, a temperatura e a velocidade da corrente (BIUDES & CAMARGO, 2008). Macrófitas em ambientes lênticos se dispersam por meio de propágulos, que naturalmente são levados pela corrente da água, vento e animais, como peixes ou aves aquáticas, bem como por trânsito de embarcações ou eventos estocásticos (THOMAZ, 2002).

A criação de ambientes aquáticos artificiais, como usinas hidrelétricas, por exemplo, auxiliaram no aumento de estudos sobre as macrófitas, principalmente por conta da modificação do ambiente natural e a consequente alteração do ecossistema em que estão inseridas (THOMAZ, 2002; SILVA *et al.* 2012). Desta maneira, o fluxo e a flutuação dos níveis da água, sedimentação e da área de penetração de luz, assim como o efeito da eutrofização artificial (incremento de sólidos suspensos e nutrientes), são fatores que predominam no grau de colonização por plantas aquáticas nos reservatórios (THOMAZ, 2002).

No entanto, as macrófitas desempenham papéis ambivalentes, pois criam um ambiente positivo e imprescindível para reprodução de peixes, servem de substrato para algas, diminuem o efeito da erosão nas margens dos reservatórios e a consequente turbidez, oferecem seus detritos como fonte de alimento para invertebrados e peixes, filtram a água, retirando os poluentes, acumulam biomassa e reciclam nutrientes (POMPÊO, 2008; AGOSTINHO *et al.* 2018). Por outro lado, podem ser um risco quando aumentam suas populações de forma demasiada, a ponto de impedir a geração de energia em usinas hidrelétricas, além de interferir negativamente na produtividade planctônica (THOMAZ, 2002; POMPÊO, 2008; SILVA *et al.* 2012; AGOSTINHO *et al.* 2018). Por estes motivos, os monitoramentos nos reservatórios das hidrelétricas são fundamentais, como forma de detectar previamente e evitar

possíveis problemas operacionais nas turbinas (POMPÊO, 2008; AGOSTINHO *et al.* 2018).

Diante do exposto, o Programa de Monitoramento de Macrófitas da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Verde 4 objetiva monitorar as espécies aquáticas e a detecção dos possíveis impactos ou interferências nas comunidades de macrófitas, bem como no processo de geração de energia elétrica. Este relatório apresenta os resultados da campanha de monitoramento de macrófitas aquáticas da PCH Verde 4 realizada em 8 de fevereiro de 2023.

## METODOLOGIA

### Histórico das áreas amostrais

Na área de influência do empreendimento foram determinadas 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 reservatório da PCH Verde 4; 2) na região do reservatório; e 3) a jusante da região do reservatório. As áreas amostrais utilizadas no monitoramento estão descritas abaixo.

**1) Área Amostrai MO (Montante):** 19°44'25.24"S; 53°27'2.59"O. Localizada imediatamente à montante do reservatório da PCH Verde 4, 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 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 Amostrai RE (Reservatório):** 19°48'4.16"S; 53°23'5.27"O. Localizada ao longo do reservatório da PCH Verde 4, 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 Amostrai JU (Jusante):** 19°52'49.17"S; 53°21'23.67"O. Localizada à jusante do barramento da PCH Verde 4, 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 4, se deu por se tratar de área livre de inundação localizada imediatamente a jusante do barramento. O tamanho estimado da área amostral jusante (JU) é de 874 hectares.

Dentro de cada uma das grandes áreas amostrais, MO – Montante, RE – Reservatório e JU – Jusante, foram distribuídas as parcelas para o monitoramento das macrófitas aquáticas. A escolha dos pontos 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. 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 4 (Tabela 15).

**Tabela 15.** Pontos de monitoramento da PCH Verde 4, após o enchimento do reservatório com respectivas localizações geográficas. Água Clara/MS, sendo MD=Margem direita e ME=Margem esquerda.

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"	53°28'23.2"	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	



Área amostral	Ponto	Coordenadas		Características	Localização
	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
	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	ME
	38	19°46'06.2"	53°27'20.3"	Br	MD
	39	19°46'56.8"	53°28'14.2"	Br	MD
	40	19°49'56.2"	53°21'09.8"	Br	ME
	42	19°46'53.0"	53°28'59.1"	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

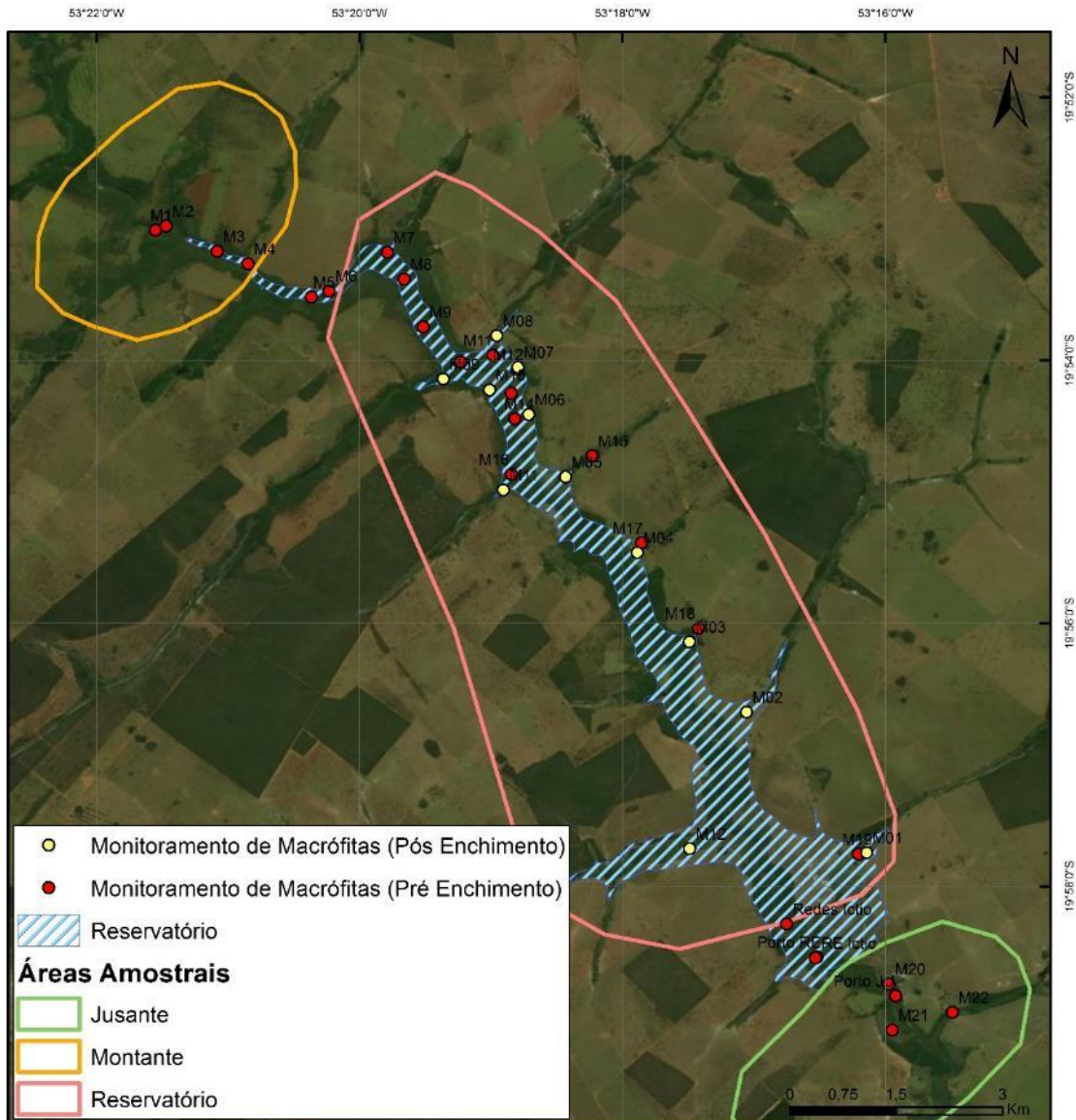
### PONTOS AMOSTRAIS

A partir de agosto de 2017 (início do enchimento), apenas a área do 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 (Tabela 16, Figura 9). Os pontos anteriormente marcados no local foram realocados para áreas potenciais de acúmulo de macrófitas, após a análise do reservatório cheio.

**Tabela 16.** Pontos de coleta de macrófitas aquáticas após o enchimento do reservatório, com as respectivas localizações geográficas e localização na PCH Verde 4, 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

Ponto	Coordenadas	Localização
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



**Figura 9.** Mapa dos pontos amostrados no monitoramento de macrófitas da PCH Verde 4, 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.

## Análise qualitativa

A análise qualitativa caracteriza a riqueza de espécies registradas nos pontos amostrais. As espécies de plantas aquáticas são identificadas e registradas em campo, sendo coletadas somente quando necessária identificação posterior. As formas biológicas de cada uma seguem o adotado por Pott & Pott (2000) (Figura 10).

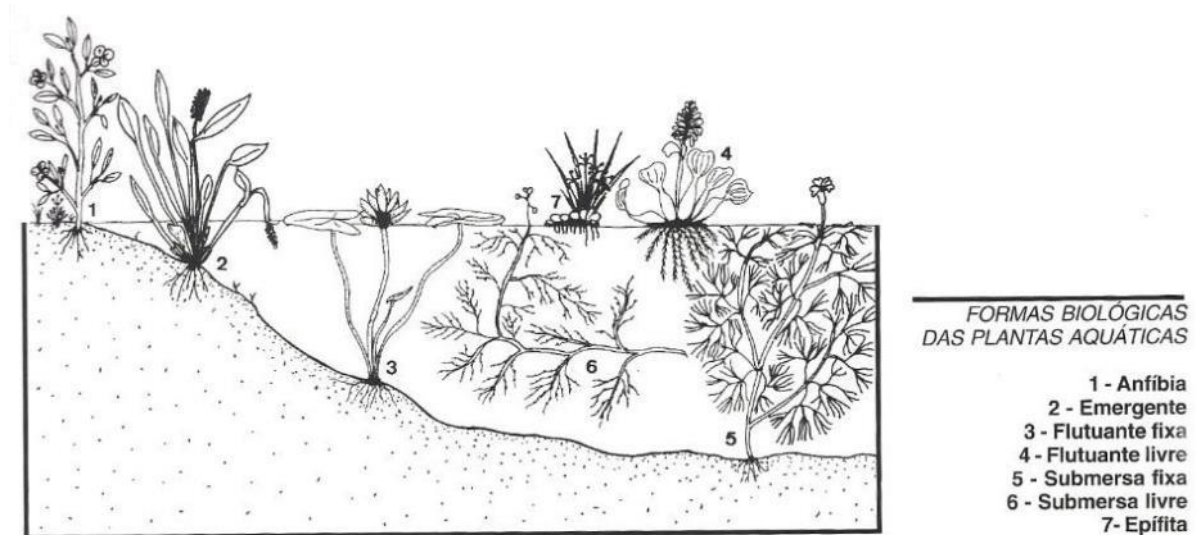


Figura 10. Formas biológicas de espécies aquáticas proposta por Pott & Pott (2000).

Vale ressaltar que são classificadas como macrófitas 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. A lista das espécies seguiu a proposta de classificação das famílias reconhecidas pelo APG IV (SOUZA & LORENZI, 2019; FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2022) para as angiospermas; por Smith *et al.* (2006) para as Pteridófitas (samambaias e licófitas); e Buck & Goffinet (2000) para as Briófitas.

## Análise quantitativa

Esta análise é proposta para acompanhar a dinâmica dos indivíduos no reservatório e é composta por deslocamento de espécimes, novos locais colonizados e variação na zona fótica do reservatório. Com base nas observações realizadas, foram quantificados os locais de ocorrência de macrófitas aquáticas e suas respectivas áreas, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O monitoramento de áreas com grande extensão e complexidade exigem a aplicação de diferentes técnicas de estudo.

Para aplicação de decisões que abrangem diversas escalas de estudo, estão disponíveis diferentes ferramentas e técnicas, entre elas as geotecnologias (POIANI *et al.*, 2000). De acordo com Shimabukuro *et al.* (1998), alterações na cobertura vegetal podem ser detectadas através da análise de índices de vegetação. Dentre os índices de vegetação, um dos principais é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, sendo expresso pela diferença entre o infravermelho próximo e vermelho normalizada pela soma das mesmas, conforme a equação:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

**Onde:**

*NIR = Banda do vermelho próximo;*

*R = Banda vermelho.*

O índice NDVI responde conforme a variação de clorofila na vegetação. Quanto maior for a concentração de clorofila presente na vegetação, maior será o contraste. Sendo assim, um índice relacionado aos parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, tendo por finalidade a representação da biomassa presente, possibilitando a mensuração da área foliar.

As imagens orbitais foram adquiridas por meio do sensor *Mustispectral Instrument* (MSI), instalado a bordo do satélite da missão Sentinel-2, pertencente ao programa Copernicus da *European Spatial Agency* (ESA). O imageamento ocorreu no dia 06/03/2023, com órbita/ponto de 22KCD. O download foi disponibilizado pelo website do próprio programa (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

As imagens do sensor MSI possuem uma resolução temporal (revisita ao local imageado), e, dependendo das condições climáticas no local, pode-se haver um acompanhamento constante no nível de variação de clorofila presente na área. Este acompanhamento, se utilizando do NDVI, auxilia na tomada de decisões.

Após a elaboração do NDVI, foram classificados os atributos de interesse da área, sendo realizado em março, por conta das nuvens frequentes no mês anterior, que impediram a análise no período desta campanha. A classificação dos atributos se utilizou de reconhecimento visual das feições encontradas no índice, ou seja, na resposta espectral, e coletando amostras para uma posterior classificação semi-supervisionada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

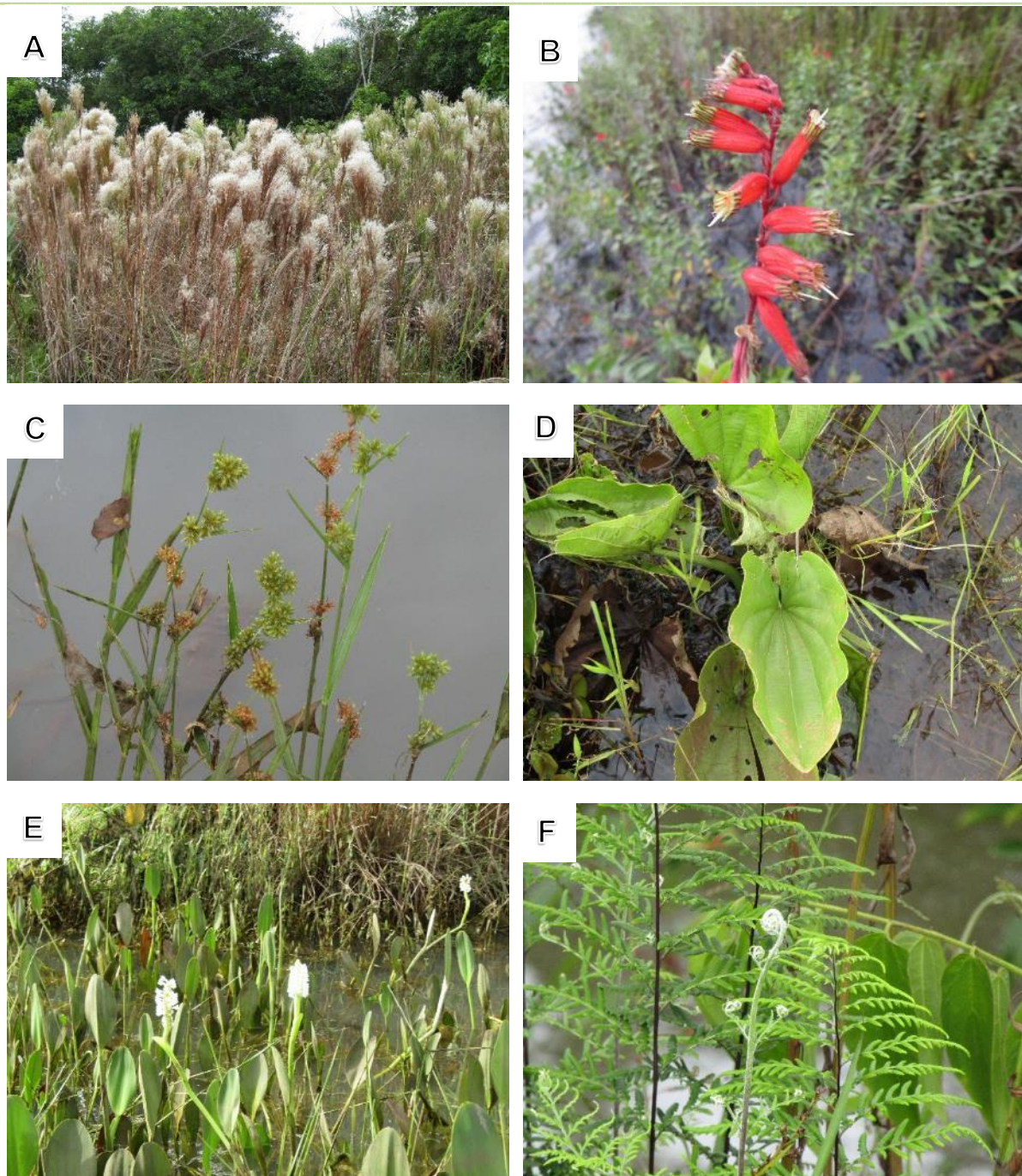
### Análise Qualitativa

Nesta campanha foram registradas 18 espécies de macrófitas, distribuídas em 12 famílias e 14 gêneros (Tabela 17, Figura 11). Os dados para as estações têm indicado maior ocorrência de espécies nos períodos chuvosos, principalmente pelo aumento do fluxo de água que dispersa os diásporos de macrófitas, bem como a melhora das condições nas margens do reservatório para as anfíbias.



**Tabela 17.** Espécies registradas durante a campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. **Legenda:** **F.B.** = Formas Biológicas., **Em** = emergente, **An**=anfíbia; **Sf**=submersa-fixa; **Fl**=flutuante-livre; **Ff**=flutuante-fixa. **P.I.** = Potencial de Infestação. 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 2023.

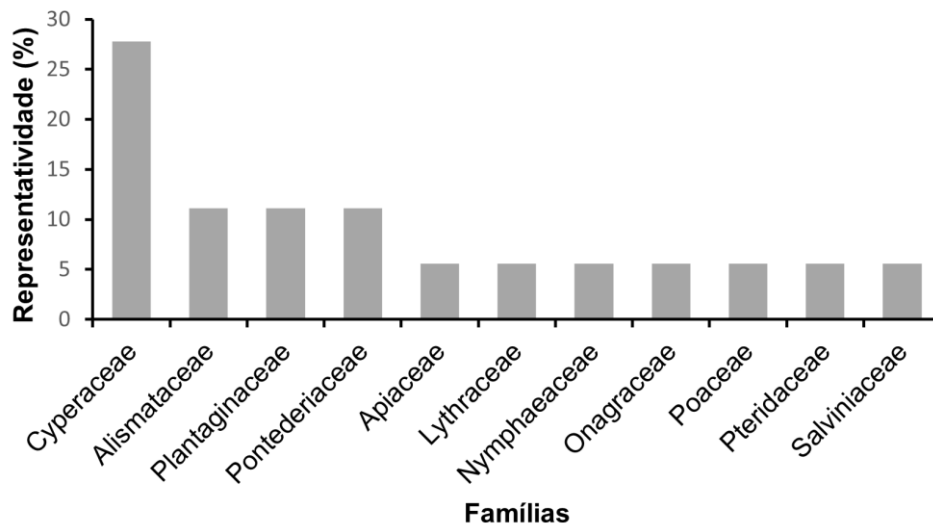
Família	Espécie	Nome popular	F.B.	P.I.
<b>Alismataceae</b>	<i>Echinodorus macrophyllus</i>	Chapéu-de-couro	Em	1
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>	Lagartixa	Em	3
<b>Apiaceae</b>	<i>Eryngium pandanifolium</i>	Lingua-de-tucano	Em	1
<b>Cyperaceae</b>	<i>Cyperus odoratus</i>	Junquinho	An	2
	<i>Cyperus lanceolatus</i>		Em	2
	<i>Eleocharis acutangula</i>	Cebolinha	An	3
	<i>Eleocharis interstincta</i>	Cebolinha	An	3
	<i>Eleocharis minima</i>	Lodo	Sf	4
<b>Lythraceae</b>	<i>Cuphea melvilla</i>	Erva-de-bicho	Em	1
<b>Nymphaeaceae</b>	<i>Nymphaea sp1</i>		Ff	1
<b>Onagraceae</b>	<i>Ludwigia tomentosa</i>	Florzeiro	An	1
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Bacopa myriophylloides</i>	Lodo	Em	1
	<i>Bacopa salzmannii</i>		Em	1
<b>Poaceae</b>	<i>Andropogon bicornis</i>	Rabo-de-burro	Em	1
<b>Pontederiaceae</b>	<i>Eichhornia diversifolia</i>	Camalotinho	Ff	3
	<i>Pontederia parviflora</i>	Guapé	Em	3
<b>Pteridaceae</b>	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	Samambaia-do-brejo	An	1
<b>Salviniaceae</b>	<i>Salvinia auriculata</i>	Orelha-de-onça	Fl	4



**Figura 11.** Espécies de macrófitas encontradas na PCH Verde 4. **A.** *Andropogon bicornis* (Poaceae); **B.** *Cuphea melvilla* (Lythraceae); **C.** *Cyperus lanceolatus* (Cyperaceae); **D.** *Echnodorus macrophyllus* (Alismataceae); **E.** *Pontederia parviflora* (Pontederiaceae); **F.** *Ptyrogramma calomelanos* (Pteridaceae). Água Clara, MS. Fevereiro de 2023.



A família Cyperaceae (27,7%; n=5), foi a mais representativa em número de espécies, seguida por Alismataceae, Plantaginaceae e Pontederiaceae (11,1%; n=2, cada). As demais famílias, como Apiaceae, Lythraceae, Nymphaeaceae, Onagraceae, Poaceae, Pteridaceae e Salviniaceae, tiveram a mesma porcentagem de representatividade (5,5%; n=1, cada) (Gráfico 17).



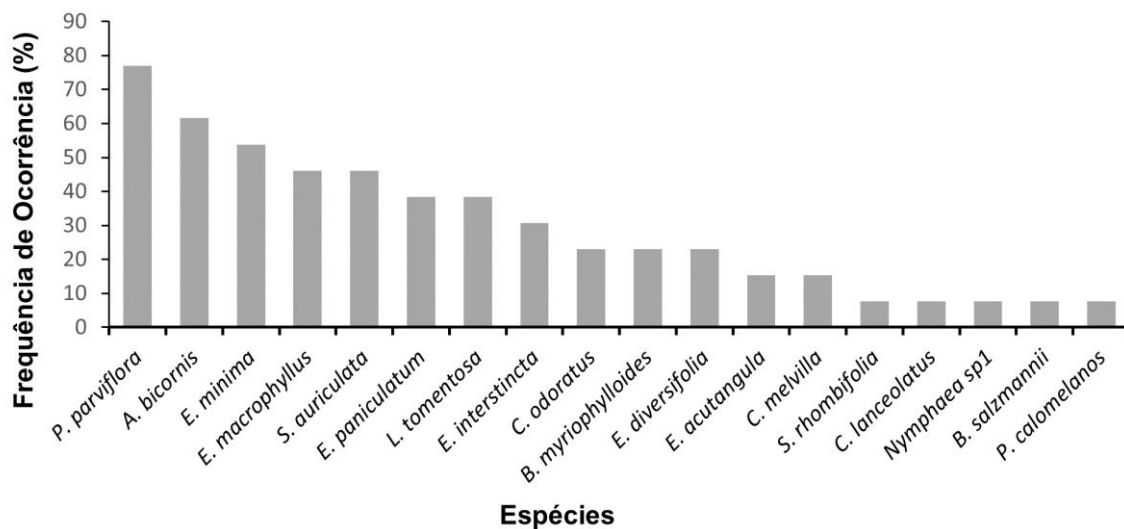
**Gráfico 17.** Representatividade das famílias de macrófitas registradas na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2023.

A família botânica Cyperaceae destaca-se pela distribuição cosmopolita e pelas espécies ornamentais. No entanto, apresentam algumas das mais agressivas espécies invasoras, que são encontradas principalmente em áreas abertas ou alagadas (SOUZA & LORENZI, 2019). Este é o caso do gênero *Eleocharis*, com algumas espécies de fácil propagação, como a *Eleocharis minima*, que aumenta sua população com a perturbação do ambiente natural (POTT & POTT, 2000). Esta 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 12).



**Figura 12.** *Eleocharis minima*, representante da família Cyperaceae. PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2023.

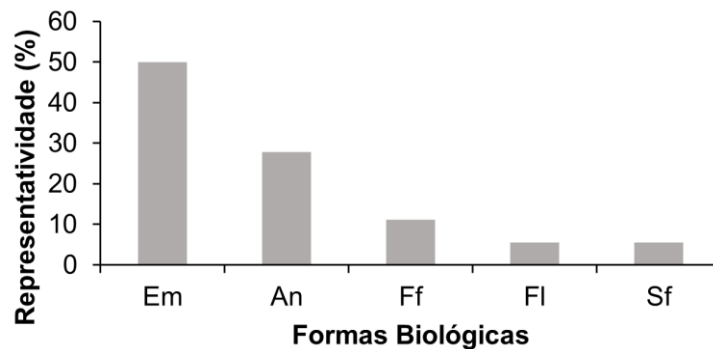
Com relação à frequência de ocorrência de espécies por pontos amostrais, a espécie *Pontederia parviflora* (76,9%; Pontederiaceae) foi a mais representativa, ocorrendo em 10 dos 13 pontos amostrados. *Andropogon bicornis* (61,5%; Poaceae) e *Eleocharis minima* (53,8%; Cyperaceae) ocorreram em 8 e 7 pontos de monitoramento, respectivamente (Gráfico 18).



**Gráfico 18.** Frequência de ocorrência das espécies registradas no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2023.

A família Pontederiaceae tem distribuição no Brasil em ambientes alagados, a partir de quatro gêneros e cerca de 20 espécies, que são normalmente herbáceas aquáticas ou palustres (NOVELO & LOT, 1994; LORENZI, 2008; SOUZA & LORENZI, 2019). *Pontederia parviflora*, espécie pertencente a esta família, é a mais representativa no atual monitoramento, tendo a importância ecológica de filtrar a água e fornecer pólen para abelhas por pelo menos cinco meses no ano (MARTINS *et al.*, 2011).

Com relação às formas biológicas (F.B.), 50% foram de espécies emergentes (Em), seguidas das anfíbias (Na = 27,7%); flutuantes fixas (Ff = 11,1%); flutuantes-livres (Fl) e submersas-fixas (Sf) com 5,5%, cada (0). Alterações dos níveis de água reconhecidamente afetam as comunidades de macrófitas, mas os efeitos deste processo variam de acordo com a forma biológica da macrófita e dependem da amplitude e duração das alterações (Gráfico 19, THOMAZ & BINI, 2003).



**Gráfico 19.** Representatividade das formas biológicas encontradas nos habitats amostrados na PCH Verde 4, Água Clara/MS. An= anfíbia, Em= emergente, Fl= flutuante-livre, Sf= submersa-fixa. Fevereiro de 2023.

Para a forma biológica emergente, as espécies representativas são aquelas que colonizam as margens do reservatório, como *Andropogon bicornis* e *Cuphea melvilla*. Já para a forma anfíbia, as espécies da família Cyperaceae foram as mais representativas. Para a forma flutuante-livre, a família registrada é a Salviniaceae, e para a forma submersa fixa foi registrada a espécie *Eleocharis mínima*. Não houve ocorrência de espécies epífitas registradas neste monitoramento.

A espécie *Salvinia auriculata* (Salviniaceae), que apresenta forma biológica flutuante livre, é uma planta anual de fácil propagação, muito frequente em mananciais de água parada e em canais com pouca movimentação, formando grandes infestações que chegam a cobrir toda a superfície da água (Figura 13) (POTT & POTT, 2000; LORENZI, 2008). Esta espécie merece atenção, pois é considerada altamente infestante e potencialmente danosa à geração de energia (POMPÊO, 2017; SOUZA & LORENZI, 2019; POTT & POTT 2000).



**Figura 13.** Espécie *Salvinia auriculata* (Salviniaceae) registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2023.

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, 2002).

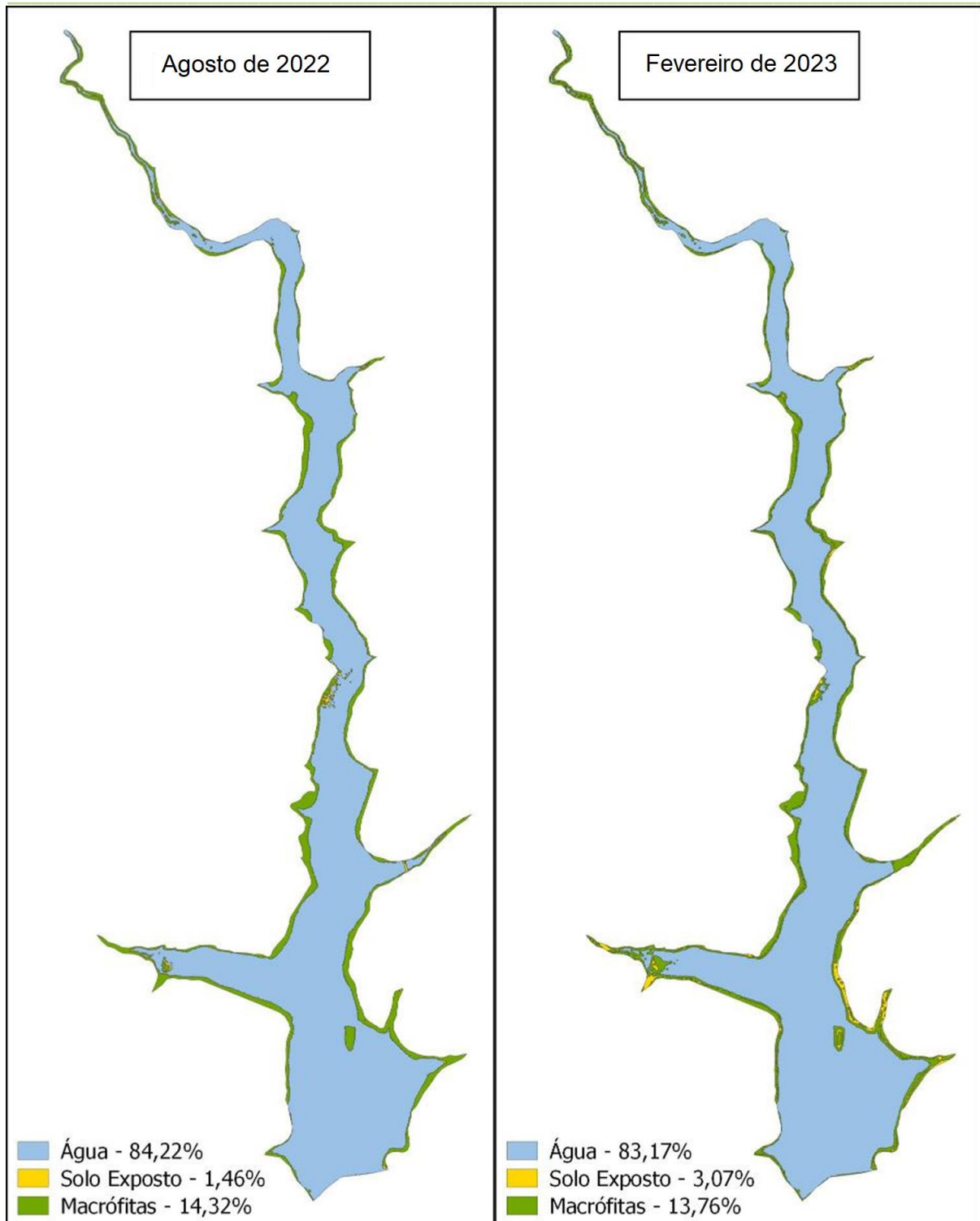
Portanto, as plantas daninhas aquáticas flutuantes são as que causam os maiores problemas em escala mundial. Normalmente, as espécies flutuantes apresentam rápida capacidade de multiplicação vegetativa, independência das estruturas sexuais de reprodução, grande área de tecido fotossintético em proporção ao comprimento da planta, capacidade rápida de ocupar locais disponíveis onde incida luz, além da independência do substrato (PITELLI/IBAMA, 1998).

## **Análise Quantitativa**

A vegetação aquática é muito dinâmica no tempo e no espaço, sendo influenciada pelas flutuações hidrológicas decorrentes do clima (ciclos sazonais e plurianuais) e pelas variáveis limnológicas, a exemplo de concentrações de nutrientes, processos de sucessão natural, intensidade de uso da terra e causas externas, como assoreamento (THOMAZ & BINI, 2003).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) apresenta os resultados da porcentagem de vegetação da área do reservatório na data da campanha de monitoramento. O mapa apresenta a porcentagem de elementos detectados pelo índice, sendo água, solo exposto e macrófitas (Figura 14). A porcentagem de macrófitas aquáticas na área do reservatório da PCH Verde 4 em agosto de 2022 somou 14,32%, tendo pouca variação quando comparada com a campanha realizada em fevereiro de 2023, que obteve o valor de 13,76 das plantas aquáticas.

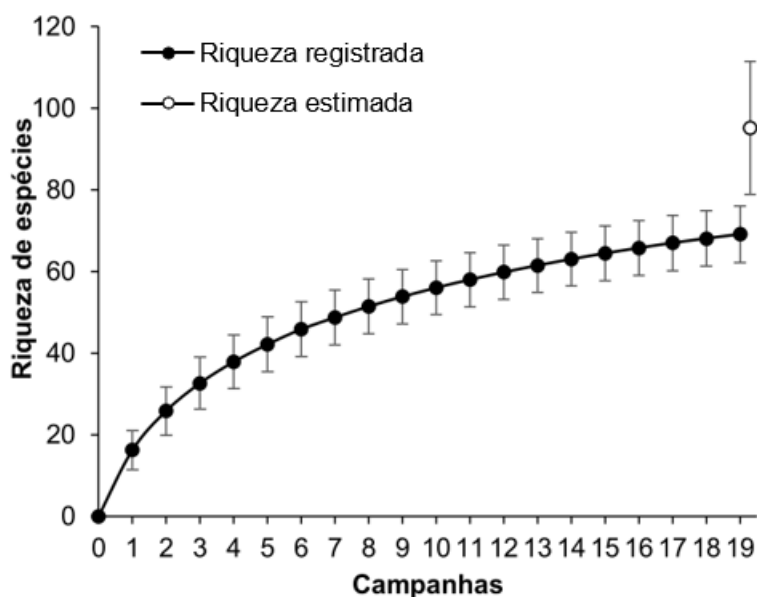




**Figura 14.** Mapa do resultado do NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizado do dia 13/08/2022 e 06/03/2023. PCH Verde 4, Água Clara – MS. Agosto de 2022 e fevereiro de 2023.

## Curva do coletor

Durante a campanha realizada em fevereiro de 2023, houve registro da espécie *Cyperus lanceolatus*, totalizando 75 plantas higrófitas encontradas até o momento para o monitoramento da PCH Verde 4. Ao final da campanha, a curva do coletor calculada pelo método de rarefação (Gráfico 20) mostra que a riqueza de espécies registrada foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife*. Desta forma, é provável que ocorra um incremento da riqueza para o local.



**Gráfico 20.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas do monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, 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%. Setembro de 2016 a fevereiro de 2023.

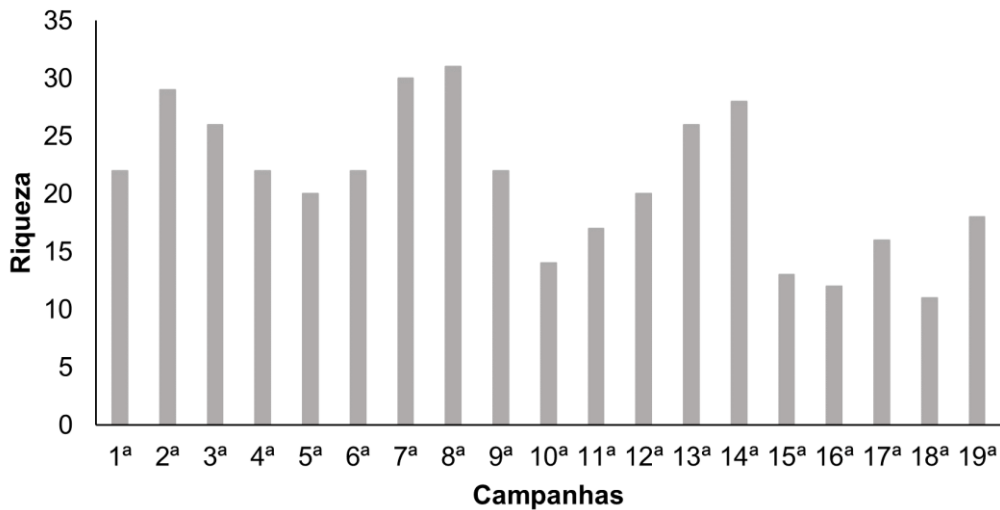
A variação da diversidade de plantas aquáticas está associada à diversidade de habitats, à ampla distribuição neotropical de espécies e aos pulsos de inundação. A sazonalidade influencia desde os corpos d'água marginais até os rios, que estão sujeitos a influxos hidrológicos variáveis em intensidade 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).

## RESULTADOS CONSOLIDADOS

Os valores de riqueza registrados variaram ao longo das campanhas de monitoramento do empreendimento. Durante a campanha iniciada em 2016 até esta última, de fevereiro de 2023, foram registradas 75 espécies distribuídas em 28 famílias



e 39 gêneros (Gráfico 21). Os maiores valores foram registrados durante a sétima e oitava campanha (fevereiro e maio de 2018), sendo que, nas últimas campanhas do período chuvoso, as variações da riqueza têm sido maiores do que no período seco.



**Gráfico 21.** Riqueza de espécies registradas durante as campanhas de monitoramento da macrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2023.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta campanha, foram registradas 18 espécies de macrófitas, distribuídas em 12 famílias e 14 gêneros. Na atual campanha, uma nova espécie foi encontrada: *Cyperus lanceolatus* (Cyperaceae). No total do monitoramento, foram registradas pela empresa Fibracon, um total de 75 espécies da flora associadas ao ambiente aquático, sendo que, até o momento, as que merecem atenção na área de influência da PCH Verde 4 são *Eleocharis minima* e *Salvinia auriculata*, espécies consideradas altamente infestantes e potencialmente danosas à geração de energia.

Com base no cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e observações realizadas em campo, foi verificado que as regiões cobertas por plantas aquáticas representaram 13,76% das plantas aquáticas em fevereiro de 2023. Esta quantidade é considerada baixa e está estável quando comparada com as campanhas anteriores, de 2021 a 2023, não havendo necessidade de ações de manejo até o momento.

De acordo com a curva do coletor, ainda podem ocorrer colonizações futuras do reservatório por diferentes espécies, sobretudo em função de possíveis mudanças ambientais provocadas por alteração do uso do solo na bacia. A continuidade do monitoramento ao longo de diferentes épocas do ano e, contemplando diferentes ambientes propícios ao desenvolvimento de macrófitas poderá gerar conhecimento para proposição de possíveis ações de manejo, principalmente de espécies que representem potenciais danos à geração de energia.

## 10. Referências bibliográficas

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JULIO JUNIOR, H. F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. 2018.

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):175-195..

APHA - AWWWA - WPCF. 1985. Standard methods for examination of water and wastewater. 16 ed. Washington: Byrd prepress Springfield. 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.

BIOLÁQUA Ambiental. 2018. Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, Comunidades Aquáticas e Hidrossedimentológico, Relatório Técnico nº13. PCH Verde 4A – Rio Verde, Município de Água Clara-MS. 157p.

BIUDES, J. F. V.; CAMARGO, A. F. M. Estudos dos fatores limitantes à produção primária por macrófitas aquáticas no Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 1, p. 2, 2008.

BOURRELLY, P. 1981. *Lês algues d’eaudouce: alquesbleues et rouges.* Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé.

BOURRELLY, P. 1985. *Lês algues d’eaudouce: alquesbleues et rouges.* Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé. 606p.

BOURRELLY, P. 1988. *Lês algues d’eaudouce complements tome I: alques vertes,* Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé.. 183p.

BUCK, W.R. & GOFFINET, B. 2000. Morphology and classification of mosses. In: *Bryophyte Biology.* Shaw, A. J. & Goffin B. (eds.). Cambridge University Press.

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.

ESA - Eupean Spatial Agency. 2023. Copernicus. Disponível em <<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>>. Acesso em: maio de 2023.

ESA - Eupean Spatial Agency. 2023. Copernicus. Sentinel-2/MSI. Órbita 22, Ponto KBD. Disponível em <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>. Acesso em: maio de 2023.

ESA - Eupean Spatial Agency. 2023. Copernicus. Sentinel-2/MSI. Órbita 22, Ponto KBD. Disponível em <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>. Acesso em: maio de 2023.

ESTEVES, F.A., 1998. Fundamentos de limnologia. Interciência.

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.

FIBRACON Consultorias, Perícias e Projetos Ambientais. 2020. Monitoramento de Comunidades Aquáticas – Zooplâncton, Fitoplâncton, Bentos e Perifíton – PCH Verde 4A. Água Clara – MS, Abril de 2020. 57p.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. 2023. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: abril de 2023.

FRANCESCHINI, I.M. 2003. Chave de Identificação dos Gêneros de Algas (exceto Bacillariophyceae) mais Comumente Encontrados no Perifiton e Metafiton de Ambientes Aquáticos Continentais. In: Schwarzbald, A.; Burliga, A.L. & Torgan, L.C. Ecologia do Perifiton. São Carlos: RiMaEditora.. 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/aquadoce/Guia\\_online/](http://sites.ffclrp.usp.br/aquadoce/Guia_online/)

FUNASA. 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.

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.

GONZÁLEZ, 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. 2003. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge: University Press. 702p.

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.

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.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, 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

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, 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 Sübwassers. 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. Überordnung Monogononta. Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.

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

LORENZI, H. 2008. Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 4ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum.

LUDWIG, T.A.V & TREMARIN, P.I. 2003. Chave de Identificação dos Gêneros de Diatomáceas (Diatomae – Ochrophyta) mais Comumente Encontradas no Perititon e Metafiton de Ambientes Aquáticos Continentais. In: Schwarzbald, A.; Burliga, A.L. & Torgan, L.C. Ecologia do Perifiton. 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.

MARTINS, A. C. L. *et al.* Espectro polínico de mel de tábua (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). Acta Amazonica, v. 41, p. 183-190, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília.

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.

NOVELO, A.R.; LOT, A.H. 1994. Pontederiaceae. Flora Mesoamericana, n. 6, p. 65-71.

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.SeaEnviron. Proc. No. 106, 144pp.

OLIVEIRA, M.T. & HARDOIM, E.L. 2010. Study of testacean assemblages (Protozoa: Rhizopoda) in touristic waterfall regions of Chapada do Guimarães National Park, MatoGrosso, Brazil. Acta Scientiarum. BiologicalSciences 32: 387-395.

PELD, 2008. Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. Relatório Anual: Capítulo 4 – Planície alagável do alto rio Paraná. UEM Maringá. p 115-122.

PITELLI, R.A. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. Workshop de Controle de Plantas Aquáticas. Brasília: IBAMA, 1998. p. 12-15.

POIANI, K.A., B.D. RICHTER, M.G. ANDERSON Y H.E. RICHTER. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes, and networks. BioScience 50:133–146.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. Oecologia brasiliensis, v. 12, n. 3, p. 5, 2008.

POTT, V.J & POTT, A. 2000. Plantas Aquáticas do Pantanal. EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Corumbá-MS. 404p.

REID J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (CrustaceaCopepoda). 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, M. E., & ROQUE, F. D. O. 2017. Odonata checklist of Mato Grosso do Sul state, Brasil. Iheringia. Série Zoologia, 107.



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 AcademicPublishingbv., Hague.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27. pp. 379-423/ 623-656.

SHIMABUKURO, Y. E., NOVO, E. M., & PONZONI, F. J. 1998. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33(13), 1729-1737.

SILVA, D. S.; MARQUES, E. E.; LÓLIS, S. F. Macrófitas aquáticas: “vilãs ou mocinhas”? Revista Interface (Porto Nacional), n. 04, 2012.

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 CopepodaCyclopoida from São Paulo State, Brazil.BiotaNeotr. 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 trophicstateindicators in tropical reservoirs. Oecologiaaustralis v. 15, n.3, p. 511 - 521.

SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. Taxon 55: 705-731.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2019. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV. 4ª Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

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.

THOMAZ, M. S.; BINI, M. L. 2003 Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. *Maringá: EDUEM*, v. 1. p. 299-318.

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.

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.

WANTZEN, K.M.; DRAGO, E. & SILVA, C.J.S. 2005. Aquatic habitats of Upper Paraguai River floodplain- 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.

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.): e20171113, 2017. 9pp.

ZEPPELINI, D., & BELLINI, B. C. 2017. Checklist of Collembola (Arthropoda, Hexapoda) from Mato Grosso do Sul state. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

## 11. Anexos

**Anexo I** – Lista consolidada de espécies de macrófitas aquáticas registradas na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo II** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do Programa de Monitoramento de Comunidades Aquáticas da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

Lista consolidada das espécies registradas durante o monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. **Legenda:** F.B. = Formas Biológicas, An=anfíbia; Em = emergente; 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.

Família	Espécie	Campanhas																			F.B.	P.I.		
		set/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	abr/20	ago/20	fev/21	ago/21	fev/22	ago/22	fev/23				
		01 <sup>a</sup>	02 <sup>a</sup>	03 <sup>a</sup>	04 <sup>a</sup>	05 <sup>a</sup>	06 <sup>a</sup>	07 <sup>a</sup>	08 <sup>a</sup>	09 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>				
Alismataceae	<i>Echinodorus bolivianus</i>									x					x						An	1		
	<i>Echinodorus lanceolatus</i>		x	x			x	x	x				x								Em	1		
	<i>Echinodorus macrophyllus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	Em	1	
	<i>Hydrocleys parviflora</i>	x	x	x	x		x	x	x	x												Sf	3	
	<i>Limnocharis flava</i>					x		x														Em	1	
	<i>Sagittaria guayanensis</i>						x	x	x			x	x	x	x	x						Ff	3	
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>		x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Em	3	
Apiaceae	<i>Eryngium ebracteatum</i>				x	x															An	1		
	<i>Eryngium pandanifolium</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x						x	Em	1	
Araceae	<i>Philodendron sp.</i>	x	x	x																		Em	1	
	<i>Urospatha sagittifolia</i>	x	x	x	x					x	x											Em	1	
	<i>Xanthosoma aristiguietae</i>	x				x	x	x	x		x											An	1	
Araliaceae	<i>Hydrocotyle sp.</i>													x	x		x	x				An	1	
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>																		x					
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i>											x	x	x	x							Sf	1	
Characeae	<i>Chara sp.</i>									x												Sf	1	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea ramosissima</i>														x							An	1	
Cyperaceae	<i>Ascolepis brasiliensis</i>		x	x	x		x	x														Em	2	
	<i>Cyperus blepharoleptos</i>		x			x			x			x		x			x	x				Ep	2	
	<i>Cyperus digitatus</i>										x			x								An	1	
	<i>Cyperus esculentus</i>								x			x										An	1	
	<i>Cyperus gardneri</i>							x	x													Ep	1	
	<i>Cyperus giganteus</i>														x							Em	2	
	<i>Cyperus lanceolatus</i>																				x	An	1	
	<i>Cyperus luzulae</i>			x												x						Em	2	
	<i>Cyperus odoratus</i>								x		x	x		x	x						x	An	2	
	<i>Cyperus sesquiflorus</i>		x				x	x						x			x					Em	2	
	<i>Cyperus surinamensis</i>								x						x							An	1	
	<i>Eleocharis acutangula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x				x	An	3	
	<i>Eleocharis elegans</i>		x	x	x				x		x		x	x	x								Em	1
	<i>Eleocharis geniculata</i>		x						x	x													An	3
	<i>Eleocharis interstincta</i>	x		x	x					x				x	x	x		x				x	An	3
	<i>Eleocharis minima</i>		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sf	4	
	<i>Pycreus decumbens</i>									x													Em	2
	<i>Pycreus lanceolatus</i>		x						x	x		x	x		x								Em	2
	<i>Rhynchospora corymbosa</i>		x																				Em	2
	<i>Rhynchospora sp.</i>															x							Em	2
Droseraceae	<i>Drosera sp.</i>	x																				An	1	
Eriocaulaceae	<i>Syngonanthus nitens</i>									x												An	1	
euphorbiaceae	<i>Caperonia cf. palustris</i>														x							An	1	
Hydrocharitaceae	<i>Apalanthe granatensis</i>					x																Sf	1	


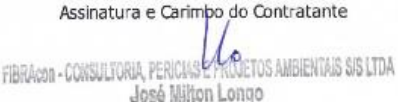

Família	Espécie	Campanhas																			F.B.	P.I.	
		set/16 01ª	nov/16 02ª	fev/17 03ª	mai/17 04ª	ago/17 05ª	nov/17 06ª	fev/18 07ª	mai/18 08ª	ago/18 09ª	nov/18 10ª	fev/19 11ª	ago/19 12ª	abr/20 13ª	ago/20 14ª	fev/21 15ª	ago/21 16ª	fev/22 17ª	ago/22 18ª	fev/23 19ª			
Lamiaceae	<i>Hyptis lorentziana</i>								x												An	1	
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i>	x	x		x					x		x			x						Sf	1	
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium sp.</i>												x								Em	1	
Lythraceae	<i>Cuphea melvilla</i>	x	x	x						x							x		x	x	Em	1	
	<i>Cuphea sp.</i>		x	x				x	x												Em	1	
Melastomataceae	<i>Microlicia euphorbioides</i>																				An	1	
	<i>Pterolepis glomerata</i>									x											An	1	
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea cf. lingulata</i>															x					Ff	1	
	<i>Nymphaea sp1</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x			x				Ff	1	
	<i>Nymphaea sp2</i>					x	x	x	x	x				x	x			x			Ff	1	
Onagraceae	<i>Ludwigia elegans</i>															x					Em	1	
	<i>Ludwigia grandiflora</i>							x							x						Em	1	
	<i>Ludwigia inclinata</i>													x							Sf	3	
	<i>Ludwigia irwinii</i>																			x	Em	1	
	<i>Ludwigia lagunae</i>								x						x	x					Em	1	
	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	x			x					x											An	1	
	<i>Ludwigia nervosa</i>										x								x	x	Em	1	
	<i>Ludwigia octovalvis</i>					x				x	x				x	x			x	x	An	1	
	<i>Ludwigia sp.</i>														x	x			x	x	An	1	
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	An	1
Plantaginaceae	<i>Bacopa australis</i>																x				Em	1	
	<i>Bacopa monnierioides</i>									x						x					Em	1	
	<i>Bacopa myriophylloides</i>	x										x			x	x					Em	1	
	<i>Bacopa salzmännii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x				x	Em	1	
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	x	x	x	x	x	x	x													Em	1	
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	x	x	x		x															Em	1	
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>				x	x																Fl	4
	<i>Eichhornia diversifolia</i>			x	x	x																Ff	4
	<i>Pontederia parviflora</i>	x	x	x	x			x	x													Em	3
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	x	x	x	x	x	x															An	1
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											Fl	4
Typhaceae	<i>Typha sp.</i>																					Em	3
Xyridaceae	<i>Xyris savannensis</i>	x	x	x																		An	1
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>																					An	3

## ANEXO II



14/04/2016

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

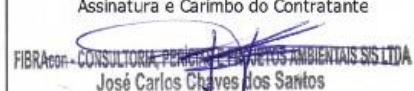

<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2016/02307</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS		3.Registro no CRBio: 018769/01-D	
4.CPF: 294.004.141-53	5.E-mail: 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 09		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 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 4, 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 DA MASTOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 6.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data:	Data: 14/4/16		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
			
			 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: 2607.3904.1749.9593**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

14/04/2016



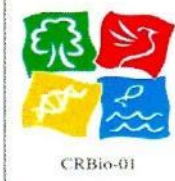
ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2016/02310</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 09		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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : COORDENAÇÃO, ICTIOFAUNA E ELABORAÇÃO DO PTA - MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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 DO MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA AMBIENTAL (PTA) PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 6.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 14/4/16		Data:	
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
 <b>José Milton Longo</b> CRBio 23264/01-D	 FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA <b>José Carlos Chaves dos Santos</b>		
 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: 1965.2261.9792.7323**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2020/03816</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: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S/A				
14.Registro Profissional:			15.CPF / CGC / CNPJ: 11.151.033/0001-59	
16.End.: RODOVIA MS 357, KM85, FAZENDA BARRAGEM S/N				
17.Compl.:		18.Bairro: ZONA RURAL		19.Cidade: RIBAS DO RIO PARDO
20.UF: MS	21.CEP: 79180-000	22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com		
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>				
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;				
24.Identificação : COMUNIDADES AQUÁTICAS, GRUPOS ZOOPLÂNCTON E COMUNIDADES BENTÔNICAS - MONITORAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ - ÁREA DA PCH VERDE 4.				
25.Município de Realização do Trabalho: RIBAS DO RIO PARDO				26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE			28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;			30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO, PLANEJAMENTO E SUPERVISÃO DAS AMOSTRAGENS, IDENTIFICAÇÃO DOS ORGANISMOS, INTERPRETAÇÃO DOS DADOS E REDAÇÃO DE RELATÓRIOS AOS ÓRGÃOS AMBIENTAIS COMPETENTES, SOBRE MONITORAMENTO DE ZOOPLÂNCTON E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA ÁREA DA PCH VERDE 4.				
32.Valor: R\$ 1.900,00		33.Total de horas: 40		34.Início: ABR/2020
35.Término: JUL/2024				
<b>36. ASSINATURAS</b>				<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>				
Data: 01/06/20		Data: 01/06/20		
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante		
				
				
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: 7219.8788.9729.1671**OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2020/03861</b>
CONTRATADO			
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)8462-3015
7.End.: EDÉZIO GOMES MARIANO 296		8.Compl.: DISTRITO AQUIDABAN	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade: AQUIDABAN	11.UF: PR	12.CEP: 86995-000
CONTRATANTE			
13.Nome: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S/N			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 11.151.033/0001-59	
16.End.: RODOVIA MS 357, KM85, FAZENDA BARRAGEM S/N			
17.Compl.:		18.Bairro: ZONA RURAL	19.Cidade: RIBAS DO RIO PARDO
20.UF: MS	21.CEP: 79180-000	22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : COMUNIDADES AQUÁTICAS, GRUPOS FITOPLÂNTON E PERIFÍTON - MONITORAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ - ÁREA DA PCH VERDE 4			
25.Município de Realização do Trabalho: RIBAS DO RIO PARDO			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO, PLANEJAMENTO E SUPERVISÃO DAS AMOSTRAGENS, IDENTIFICAÇÃO DOS ORGANISMOS, INTERPRETAÇÃO DOS DADOS E REDAÇÃO DE RELATÓRIOS AOS ÓRGÃOS AMBIENTAIS COMPETENTES, SOBRE MONITORAMENTO DE FITOPLÂNTON E PERIFÍTON NA ÁREA DA PCH VERDE 4.			
32.Valor: R\$ 3.400,00	33.Total de horas: 80	34.Início: ABR/2020	35.Término: JUL/2024
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:	Assinatura do Profissional	Data:	
	 Iola Reis Lopes CRBio 64020/01-D		
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: 7131.8700.9642.1270**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



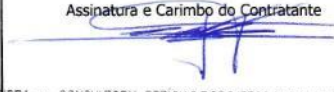

22/05/2020

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: <b>2020/03851</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: MARIANA DA SILVA OLIVEIRA		3.Registro no CRBio: 120184/01-D	
4.CPF: 406.096.898-60	5.E-mail: maholiveira23@hotmail.com		6.Tel: (67)98110-9394
7.End.: BERTIOGA 338		8.Compl.: CASA 5	
9.Bairro: VILA IPIRANGA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79080-690
<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 09		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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : COLETA DE DADOS BIOLÓGICOS - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ICTIOFAUNA, ICTIOPLÂNCTON, MACRÓFITAS E COMUNIDADES AQUÁTICAS DA PCH VERDE 4, 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 : EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS DE MONITORAMENTO DE ICTIOFAUNA, ICTIOPLÂNCTON, MACRÓFITAS E COMUNIDADES AQUÁTICAS POR MEIO DE COLETA DE DADOS BIOLÓGICOS NA PCH VERDE 4, ÁGUA CLARA, MS.			
32.Valor: R\$ 1.500,00		33.Total de horas: 40	34.Início: MAI/2020
			35.Término: JUL/2024
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 22/05/20		Data: 22/05/20	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
			
			
<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 e Carimbo do Contratante		Assinatura do Profissional
Data: / /		Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 7447.8702.9643.1586**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2022/10236</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: KARINA SANTOS PAULINELLI RAPOSO		3.Registro no CRBio: 120445/01-D	
4.CPF: 019.648.541-05	5.E-mail: karinapaolo@gmail.com		6.Tel: (67)99263-2947
7.End.: INACIO DE SOUZA 478		8.Compl.: BLOCO 02, APTO 03	
9.Bairro: JARDIM SAO LOURENCO	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79041-220
<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 TAIOBA 363			
17.Compl.: CASA		18.Bairro: CIDADE JARDIM	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79040-640	22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : MACRÓFITAS - MONITORAMENTO DE ESPÉCIES HIDRÓFITAS DA PCH VERDE 4, 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;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ESPÉCIES HIDRÓFITAS DA PCH VERDE 4, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: OUT/2022	35.Término: DEZ/2024
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 06/10/2022		Data: 05/10/2022	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
<i>Karina Paulinelli</i>			
		FIBRAcon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA 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

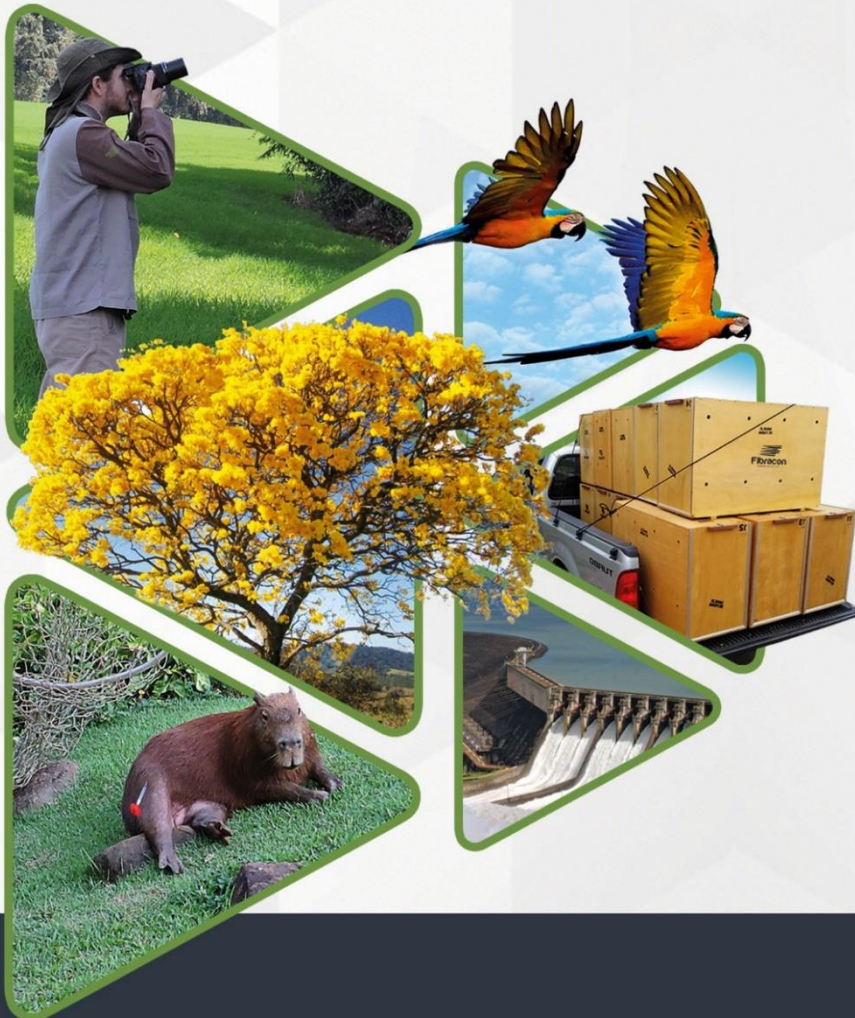
**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 1981.3550.4492.5119**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



**MONITORAMENTO DE  
COMUNIDADES AQUÁTICAS  
ICTIOFAUNA  
PCH VERDE 4**

**RELATÓRIO TÉCNICO**



**ÁGUA CLARA - MS  
Fevereiro de 2023  
19ª Campanha**



## EQUIPE TÉCNICA

### DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Savana Geração de Energia S.A.

CNPJ: 11.151.033/0001-59

Endereço: Av. Antônio Gallotti, SN, Edifício Pacific Tower, Bl. 2, 1º andar

Bairro: Barra da Tijuca

Município: Rio de Janeiro - RJ

### DADOS DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

CNPJ: 08.374.309/0001-53

Endereço: R. Taioba, 363 - Cidade Jardim, Campo Grande - MS

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-640

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 Ictiofauna)

CRBio: 23.264/01-D

Mariana da Silva Oliveira (Ictiofauna)

CRBio: 120.184/01-D

Fábio Ricardo da Rosa (Ictiofauna)

CRBio: 40.701/01-D

## ÍNDICE

1. Introdução .....	4
2. Metodologia.....	4
2.1. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM .....	4
2.2. COLETA DE DADOS.....	7
2.3. ANÁLISE DE DADOS .....	7
5. Resultados e Discussão .....	9
6. Lista das espécies endêmicas, raras, não descritas para a área ou pela ciência, indicadoras de qualidade ambiental, de importância econômica e cinegética, potencialmente invasoras, exóticas e as migratórias .....	15
7. Comparativo do monitoramento atual com as campanhas anteriores.....	16
9. Considerações Finais.....	22
10.....	Referências Bibliográficas
23	
11.....	Anexos
25	
ANEXO I.....	26
ANEXO II.....	30
ANEXO III.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

A ictiofauna da bacia do rio Paraná é a mais conhecida entre as grandes bacias hidrográficas brasileiras (LANGEANI *et al.*, 2007), mas é também a mais influenciada por represamentos no Brasil (AGOSTINHO *et al.*, 2008).

Estudos apontam que Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil são a base de suprimentos energéticos, sendo considerados a melhor opção técnica e econômica (DE SOUSA *et al.*, 2000), tendo em vista que o Brasil comporta algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo (ANA, 2019). Além disso, fornecem importantes oportunidades para pesquisa aplicada a respeito da efetividade de medidas mitigadoras (a exemplo de SANTOS *et al.*, 2004). É neste contexto que é realizado o monitoramento da ictiofauna na área da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Verde 4.

Esta etapa tem como enfoque reunir dados sobre diversidade e abundância de peixes na área, na fase de operação do empreendimento, de modo a fornecer parâmetros para a gestão da operação.

Este documento tem como objetivo apresentar métodos, resultados e discussões da décima segunda campanha de monitoramento da ictiofauna, realizada em fevereiro de 2023, além de compará-los aos dados anteriores disponíveis.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

O monitoramento é realizado em três estações de amostragens (Tabela 1), em trechos do rio Verde a montante do empreendimento, na projeção de seu reservatório, assim como a jusante. As estações são trechos de cerca de um quilômetro, onde foram realizadas as amostragens com tarrafas, redes de arrasto e instaladas redes de espera.

**Tabela 1.** Coordenadas geodésicas centrais das estações de amostragem no monitoramento da ictiofauna na área da PCH Verde 4. Água Clara – MS.

Local	Coordenadas geodésicas	Coordenadas UTM
Montante	19°53'00"S 53°21'34"O	22K 252953mE 7799697mS
Reservatório	19°58'17"S 53°16'45"O	22K 261881mE 7789583mS
Jusante	19°58'33"S 53°16'32"O	22K 261495mE 7790056mS

**Montante:** O trecho selecionado inclui a extensão de dois quilômetros imediatamente a jusante do barramento da PCH Verde 4A, próximo à ponte da rodovia MS-357. Essa estação de amostragens serve concomitantemente como ponto jusante no monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4A, e como montante no programa de monitoramento para a PCH Verde 4. Inclui trechos com formação de praias, remansos e correnteza. Hábitats mais profundos foram selecionados para uso de redes de espera (Figura 1), praias para redes de arrasto, e tarrafas foram concentradas em porções com maior correnteza e menor profundidade.



**Figura 1.** Trecho do rio Verde a montante da ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2023.

**Reservatório:** O trecho selecionado está localizado entre um e dois quilômetros a montante do barramento, na porção profunda do reservatório da PCH Verde 4 (Figura 2). O rio originalmente apresentava correnteza e várias corredeiras neste trecho.



**Figura 2.** Área do reservatório no monitoramento de ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2023.

**Jusante:** O trecho selecionado está a cerca de um quilômetro a jusante do projeto de barramento da PCH Verde 4. Há alguns trechos com correnteza, mas, na maior parte, o rio é profundo, corre encaixado entre barrancos inclinados com estreita faixa de vegetação marginal (Figura 3).



**Figura 3.** Trecho a jusante do barramento no monitoramento da ictiofauna na PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2023.

## 2.2. COLETA DE DADOS

Em todas as estações de amostragens foram utilizadas redes de espera, tarrafas e redes de arrasto. Sendo que, baterias de redes de espera com malhas 15 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm, 100 mm e 120 mm entre nós opostos. As redes foram armadas ao entardecer (18 h) e retiradas pela manhã (6 h) por dia em cada área amostral, totalizando três dias consecutivos de esforço amostral por campanha.

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 entre nós) foram realizados, sendo um dia em cada estação amostral, totalizando três dias consecutivos de esforço amostral por campanha. Amostragens com tarrafas servem 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. A cada dia, uma estação de amostragens foi abordada, totalizando três dias consecutivos de esforço amostral por campanha.

A identificação dos peixes foi realizada com auxílio de chave e catálogo de GRAÇA & PAVANELLI (2007). Alguns exemplares de peixes excessivamente feridos ou mortos pelas redes de espera foram fixados em formol (10%) por 24 horas, conservados em álcool (70%) e serão 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, 2004).

Para a apresentação do sucesso de captura por unidade de esforço amostral (CPUE) com redes de espera, foi utilizada a unidade de 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 (2022) e da IUCN (2021).



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, foram registradas diretamente 46 espécies de peixes neste programa de monitoramento (Tabela 3, Gráfico 1), cinco das quais foram registradas na campanha de fevereiro de 2023 (Tabela 2). Somando esses registros primários do monitoramento, às três espécies registradas na área durante o resgate da ictiofauna, em função da instalação de ensecadeira na PCH Verde 4 (Tabela 5), obtêm-se 49 espécies de peixes registradas na área da PCH, mas, provavelmente, mais espécies serão registradas no decorrer do monitoramento, a julgar pela presença de outras 63 espécies da ictiofauna na área da PCH Verde 4A (FIBRACon, 2022), em trecho do rio Verde à montante.

Nesta campanha, *Galeocharax gulo* (saicanga, Figura 4) e *Hypostomus margaritifer* (cascudo, Figura 5) foram as espécies mais abundantes (Gráfico 2). Em campanhas anteriores, foram mais abundantes Characiformes de pequeno porte, como *Piabina argentea*, *Bryconamericus stramineus*, *Hemigrammus marginatus* e *Serrapinnus notomelas* (pequiras), mas também alguns peixes de médio porte, como *Astyanax altiparanae* (lambari), *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) e *Pimelodus paranaense* (mandi). A maioria dessas espécies pertence aos Characiformes (conhecidos como “peixes de escamas”, Figura 4), que foi o grupo mais abundante na maioria das campanhas. Isso coincide com o padrão esperado para a ictiofauna neotropical (LOWE-MCCONELL, 1999), com maior representatividade de Characiformes, a seguir os Siluriformes (bagres e cascudos, Figura 5), Perciformes (corvinas, tucunarés e carás) e outras ordens menores, como Gymnotiformes (tuviras).

**Tabela 2.** Espécies registradas, valores de abundância total e relativa na campanha de fevereiro de 2023, do monitoramento da ictiofauna na fase de instalação da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

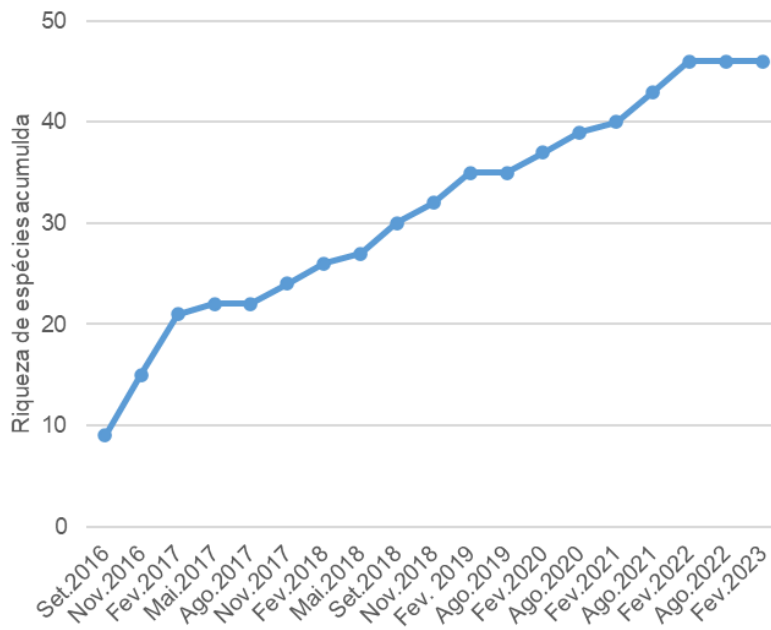
Táxons	Nomes populares	Fev.2023			
		Montante	Reservatório	Jusante	Abundâncias totais
<b>CHARACIFORMES</b>					
<b>Família Anostomidae</b>					
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Piauí-três-pintas	1			1
<b>Família Characidae</b>					
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1829)	Lambari	1			1
<i>Galeocharax gulo</i> (Steindachner, 1879)	Saicanga	3			3
<b>Família Erythrinidae</b>					
<i>Hoplias intermedius</i> (grupo <i>lacerdae</i> )	Jejú	1			1
<b>SILURIFORMES</b>					
<b>Família Loricariidae</b>					
<i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan, 1908)	Cascudo	3			3
<b>Totais</b>		<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>



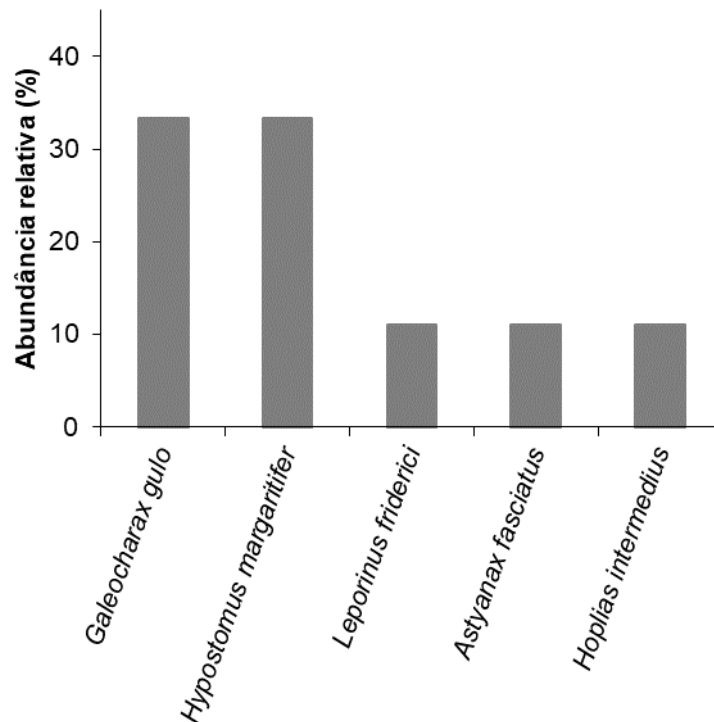
**Figura 4.** Exemplar de *Galeocharax gulo* (saicanga), espécie mais abundante na campanha de agosto de 2022 do monitoramento da PCH Verde 4.



**Figura 5.** Exemplar de *Hypostomus margaritifer* (cascudo), espécie de Siluriformes registrado na campanha de agosto de 2022 do monitoramento da PCH Verde 4.



**Gráfico 1.** Curva cumulativa de espécies (curva do coletor) ao longo das campanhas de monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.



**Gráfico 2.** Ranking de abundâncias das espécies registradas na campanha de fevereiro de 2022 do monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.





**Tabela 4.** Espécies de peixes registradas, valores de abundância total e relativa nas campanhas de 2019 a 2022, do monitoramento da ictiofauna na fase de operação da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Número seguidos de asterisco (\*) representam exemplares eutanasiados para aproveitamento em P&D paralelo a este monitoramento.

	Fev.2019			Ago.2019			Fev.2020			Ago.2020			Fev.2021			Ago.2021			Fev.2022			Ago.2022		
	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
<b>CHARACIFORMES</b>																								
<b>Família Prochilodontidae</b>																								
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)																								
								22	22	3	9	1	13	2	2	2	2	1	1					
<b>Família Anostomidae</b>																								
<i>Leporinus elongatus</i> Valenciennes, 1850																								
1			1								1	3*	4						1	1				
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)																								
5	2		7	1	2	3				1	1	2		2	1	3			1	2	2	5	1	1
<i>Leporinus lacustris</i> Campos, 1945																								
				2	2	1		1															1	1
<i>Leporinus obtusidens</i> Valenciennes, 1836																								
											1	1		1	1	1	1		2	2				
<b>Família Characidae</b>																								
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000																								
18	44		62	5	9	14	9		9			2	2											
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1829)																								
				5	6	11		8	8										1			1		
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908																								
15			15	4		4				13		13	9		9									
<i>Galeocharax gulo</i> (Steindachner, 1879)																								
9		11	20		3	3	8		8		1	1					1	1	2	2	4	8		8
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911																								
												15	15				346	179	525					
<i>Moenkhausia aff. intermedia</i> Eigenmann, 1908																								
								2	2			2	2											
<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)																								
																			4	4				
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867																								
				15		15					3	3												
<i>Roeboides paranensis</i> Pignalberi, 1975																								
								1	1															
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850																								
	1	1	2		1	1																		
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)																								
																176	176							
<b>Família Acestrorhynchidae</b>																								
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)																								
	9		9																					
<b>Família Erythrinidae</b>																								
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (Agassiz, 1829)																								
														1	1									
<i>Hoplias intermedius</i> (grupo <i>lacerdae</i> )																								
1			1	4	4		2	2	1	2	3			2	2									
<i>Hoplias misionera</i> (grupo <i>malabaricus</i> )																								
							1	1						1	1	1	1	1		2		1	1	
<b>SILURIFORMES</b>																								
<b>Família Auchenipteridae</b>																								
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)																								
													1	10	11	1			1	1	2	3		
<i>Trachelyopterus</i> sp.																								
																1			1		2	2		
<b>Família Doradidae</b>																								
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)																								
													1		1									
<b>Família Loricariidae</b>																								
<i>Hypostomus albopuntatus</i> (Regan, 1908)																								
	1		1																					
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)																								
											1	1		1	1					1	1	1		
<i>Hypostomus cochliodon</i> Kner, 1854																								
<i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan, 1908)																								
		1	1		1	1		3	3	4	4					3			3	2		2	1	1
<i>Hypostomus cf. nigromaculatus</i> (Schubart, 1964)																								
														1	1	4			4					
<i>Hypostomus ternetzi</i> (Boulenger, 1895)																								
															1				1					
<b>Família Heptapteridae</b>																								
<i>Pimelodella taenioptera</i> Miranda-Ribeiro, 1914																								
	1		1																					
<b>Família Pimelodidae</b>																								
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)																								
3	1		4	2	4	6	3		3					1	6	7				1	1	2	4	1
<i>Pimelodus argenteus</i> Perugia, 1891																								
		1	1																					
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner, 1877																								
																				1		1		
<i>Pimelodus paranaense</i> Britski & Langeani, 1988																								
														1	1					3	7	10		
<b>PERCIFORMES</b>																								
<b>Família Cichlidae</b>																								
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983																								
								1	1				2	2	1	1								
<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006																								
		1	1																	1	1			
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982																								
																	1							
<b>Totais</b>	<b>51</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>126</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	<b>61</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>66</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	<b>11</b>	<b>528</b>	<b>180</b>	<b>718</b>

**Tabela 5.** Lista dos táxons registrados durante resgate da ictiofauna na área da PCH Verde 4, Água Clara – MS, conforme FIBRACON (2018a). Espécies marcadas com asterisco não foram registradas pelo monitoramento regular da ictiofauna na área.

**Família Anostomidae**

*Leporinus lacustris* Campos, 1945

**Família Characidae**

*Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000

*Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1829)

*Myloplus tiete* (Eigenmann & Norris, 1900)

*Roebooides paranensis* Pignalberi, 1975

**Família Erythrinidae**

*Hoplias* sp. (grupo *lacerdae*)

*Hoplias* sp. (grupo *malabaricus*)

**Família Crenuchidae**

*Characidium* aff. *zebra* Eigenmann 1909

**GYMNOTIFORMES**

**Família Gymnotidae**

*Gymnotus inaequilabiatus* (Valenciennes, 1839)

**Família Sternopygidae**

*Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801)

**SILURIFORMES**

**Família Auchenipteridae**

*Parauchenipterus* sp.

*Tatia neivai* (Ihering, 1930)

**Família Loricariidae**

*Hypostomus ancistroides* (Ihering, 1911)\*

*Hypostomus cochliodon* Kner, 1854

*Hypostomus* cf. *strigaticeps* (Regan, 1908)\*

*Hypostomus* sp.

**Família Heptapteridae**

*Pimelodella gracillis* (Valenciennes, 1835)

**Família Pimelodidae**

*Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874)

**Família Pseudopimelodidae**

*Pseudopimelodus mangurus* (Lütken, 1874)\*

**PERCIFORMES**

**Família Cichlidae**

*Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006

*Cichlasoma paranaense* Kullander, 1983

**SYNBRANCHIFORMES**

**Família Synbranchidae**

*Symbranchus marmoratus* Bloch, 1795\*

## 6. LISTA DAS ESPÉCIES ENDÊMICAS, RARAS, NÃO DESCRITAS PARA A ÁREA OU PELA CIÊNCIA, INDICADORAS DE QUALIDADE AMBIENTAL, DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E CINEGÉTICA, POTENCIALMENTE INVASORAS, EXÓTICAS E MIGRATÓRIAS

Várias espécies registradas na área da PCH Verde 4 são exclusivas da bacia do rio Paraná, mas nenhuma é endêmica especificamente da sub-bacia do rio Verde. Todas as espécies registradas neste programa de monitoramento têm identificação que confere com os diagnósticos e descrição de espécies já conhecidas, portanto, não representam novas espécies.

Nenhuma espécie de peixe capturada no monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4 está oficialmente ameaçada de extinção, conforme a Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçadas de extinção (MMA, 2022) e a IUCN *Red List* (2021). Contudo, *Salminus hilarii* (tabarana) e *Myloplus tiete* (pacu-peva), foram consideradas “quase ameaçadas de extinção”, em função da raridade de captura no Alto Paraná, segundo ABILHOA & DUBOC (2004).

Dentre as espécies registradas, apenas *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Salminus hilarii* (tabarana), *Leporinus elongatus* (piapara), *Leporinus obtusidens* (piapara), e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) são espécies reofílicas (migradoras de longas distâncias), segundo os critérios de AGOSTINHO *et al.* (2003). Ainda pelos critérios deste autor, *Astyanax* spp. (lambaris), *Hoplias* spp. (traíras), *Iheringichthys labrosus* (mandi-beiçudo) e *Pimelodus* spp. (mandis) realizam migrações de curta distância ao longo e lateralmente ao rio. Nestes casos, ambientes locais, como corredeiras, afluentes, alagados, macrófitas e vegetação marginal, são sítios de desova. Há registros indiretos de dourado (*Salminus brasiliensis*) e piracanjuba (*Brycon orbygnianus*) a montante da PCH Verde 4, mas sem sucesso de captura nas amostragens deste programa de monitoramento. As espécies supracitadas, em especial as que realizam longas migrações reprodutivas, são as de maior interesse à pesca e indicadoras da funcionalidade da sub-bacia.

*Cichla kelberi* (tucunaré) é uma espécie alóctone, introduzida a partir da bacia Amazônica. *Metynnis lippincottianus* (pacu-peva), *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jejú) e *Hypostomus cochliodon* (cascudo) também podem ser consideradas alóctones, pois colonizaram a bacia do Alto rio Paraná apenas depois da instalação da UHE Itaipu e do alagamento da barreira natural de Sete Quedas, conforme JÚLIO JÚNIOR *et al.* (2009).



## 7. COMPARATIVO DO MONITORAMENTO ATUAL COM AS CAMPANHAS ANTERIORES

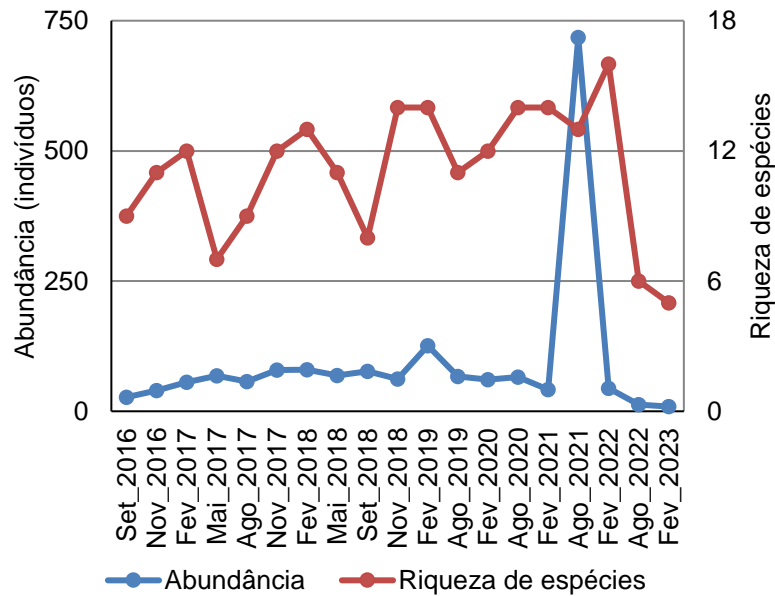
Nesta campanha (fevereiro de 2023), registramos peixes apenas a montante da PCH Verde 4, já que não tivemos sucesso de captura por nenhuma das metodologias de amostragem da ictiofauna no reservatório e à sua jusante. Este é um indicativo de baixa densidade de ictiofauna de pequeno porte (registrável por rede de arrasto, por exemplo) e de médio e grande portes (registrável por redes de espera e tarrafas, neste monitoramento). Parte desta baixa densidade e dificuldades no sucesso de captura estão relacionados com as intensas cheias durante a realização das amostragens, e parte da queda da representatividade nestes locais é corroborada pelos registros obtidos durante a campanha de agosto de 2022, quando foram capturados apenas um exemplar no reservatório e dois a jusante da PCH Verde 4.

Como consequência, na campanha de fevereiro de 2023 foram registrados apenas nove indivíduos, pertencentes a cinco espécies e quatro famílias taxonômicas de peixes (Tabela 2), o que representa valores baixos de abundância e riqueza de espécies em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 3). Comparativamente, em período hidrológico correspondente, na campanha anterior (fevereiro de 2022) foi registrado um pico de riqueza de espécies, com 16 espécies e oito famílias taxonômicas de peixes (Tabela 3, Gráfico 3), enquanto que a maior abundância foi registrada na campanha de agosto de 2021 (Gráfico 3).

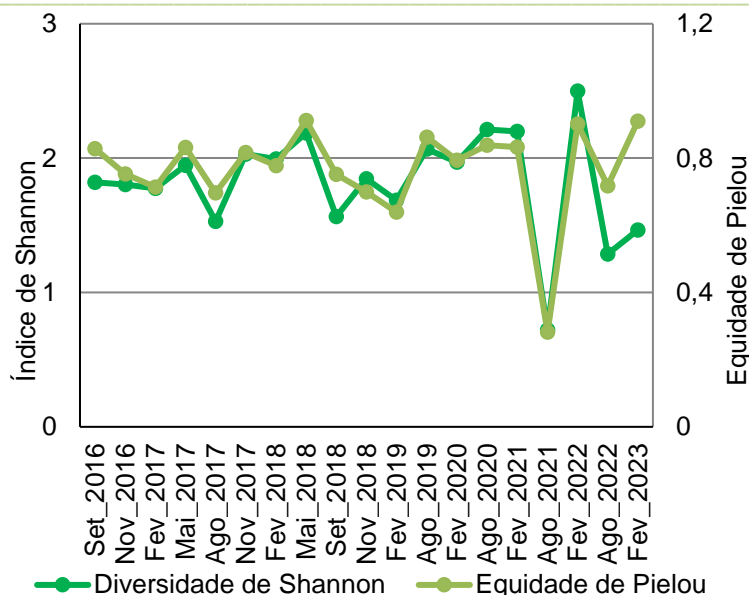
Eventos de alta abundância estiveram relacionados com oscilações populacionais de várias espécies, como *Hemigrammus marginatus* (pequira), *Astyanax altiparanae* (lambari), *Hoplias* spp. (traíras), *Prochilodus lineatus* (curimbatá) e *Parauchenipterus galeatus*. Estas flutuações populacionais possivelmente ocorrem pela disponibilização de recursos alimentares, que se desenvolvem nos novos ambientes configurados após a operação, mas seguida de declínio das populações.

Tais flutuações são esperadas após a formação do reservatório, pois são condizentes com os modelos populacionais de predadores/presas, ou de consumidor/fonte alimentar. Em relatórios anteriores, já consideramos que esses ciclos podem ser assíncronos ao longo dos ambientes do reservatório e rio Verde, de modo que, diferentes áreas do reservatório ou do trecho a montante podem funcionar como fontes de dispersão de espécies nas recolonizações. Assim, as populações citadas acima e outras mais que ocorrem na área, registradas nas campanhas recentes, poderão passar por oscilações e recolonizações em diferentes estágios nas diferentes áreas do reservatório.

Houve uma boa distribuição das abundâncias entre as espécies (Gráfico 2), o que representa alta equidade, uma vez que o índice de equidade de *Pielou* foi de 0,91 (numa escala de 0 a 1), alto em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 4). A combinação da alta equidade, com a menor riqueza taxonômica já registrada numa campanha deste monitoramento (Gráfico 3), resultou em índices de diversidade de *Shannon* entre intermediário e baixo, com valor 1,46 nesta campanha (Gráfico 4).



**Gráfico 3.** Evolução dos parâmetros de abundância de indivíduos e riqueza de espécies de peixes no monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.



**Gráfico 4.** Evolução dos parâmetros de índice de equidade de *Pielou* e índice de diversidade de *Shannon* no monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

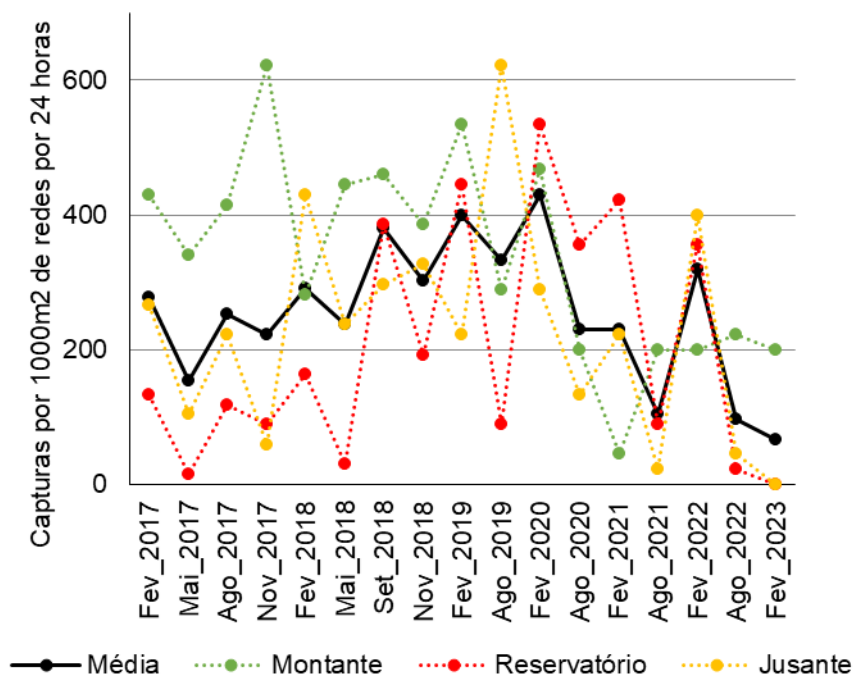
O CPUE (captura por unidade de esforço) médio para peixes registrados com redes nesta campanha, foi cerca de 67 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas no rio Verde (Tabela 6), o valor mais baixo em comparação às campanhas anteriores, considerando a média dos pontos, mas com exceção para o ponto montante (Gráfico 5). O ponto a montante da PCH Verde 4 tem apresentado a maior consistência no sucesso de captura (Gráfico 5).

Os ambientes a montante e a jusante da PCH Verde 4 representam compartimentos entre reservatórios e barramentos consecutivos, incluindo as PCHs Verde 4A e a UHE São Domingos. Ambos os trechos à montante e à jusante da PCH Verde 4 equivalem a “armadilhas ecológicas” (PELICICE & AGOSTINHO, 2008), pois representam pequenos trechos do rio Verde sem os recursos necessários para o ciclo de vida de espécies migradoras de peixes, motivo pelo qual recebem esforços de transposição manual de ictiofauna, que visam retirar os peixes migradores retidos nesse compartimento para soltura à montante dos empreendimentos hidrelétricos.

Desse modo, esperar-se-ia alta representatividade apenas de espécies “residentes” de pequeno a médio portes nesses compartimentos, e é desejável também baixa representatividade de peixes reofílicos nesses locais. A baixa abundância de peixes reofílicos nesses compartimentos, pode ser um indicador preliminar do manejo da ictiofauna local pelos programas de transposição das PCHs Verde 4 e 4A. A diferença

de sucesso de captura entre os compartimentos montante e jusante da PCH Verde 4, pode estar relacionada à reprodução e recrutamento de ictiofauna na área da PCH Verde 4A, confirmada pela representatividade de ictioplâncton na piracema recente (vide relatório do Programa de Monitoramento de ictioplâncton da PCH Verde 4A).

Como esperado, os valores registrados nas diferentes campanhas são inferiores 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 e 2007 (JÚLIO JR. *et al.*, 2007).



**Gráfico 5.** Evolução do sucesso de captura médio (indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas) e em cada estação de monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Entre as espécies capturadas, as que apresentam potencial para a pesca, em ordem de importância, conforme citado pelos pescadores amadores locais, bem como de biomassa e abundância dos peixes, são: *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Leporinus elongatus* (piapara), *L. friderici* (piau-três-pintas), *L. lacustris* (piau-três-pintas), *Salminus hilarii* (tabarana), *Iheringichthys labrosus* (mandi-beiçudo), *Pimelodus argenteus* (mandi), *Galeocharax gulo* (dentudo), *Myloplus tiete* (pacu-peva), *Hoplias misionera* (gr. *malabaricus*) e os lambaris *Astyanax altiparanae* e *A. fasciatus*. Já *Sternopygus macrurus*, *Gymnotus inaequilabiatus* e *Eigenmannia trilineata* (tuviras) apresentam interesse à pesca pelo uso potencial como isca-viva.

**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 fase de instalação da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Táxons	Set. de 2016				Nov. de 2016				Fev. de 2017				Maio de 2017				Ago. de 2017				Nov. de 2017				Fev. de 2018				Maio de 2018				Set. de 2018				Nov. de 2018											
	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média												
<i>Prochilodus lineatus</i>																																																
<i>Leporinus elongatus</i>					15	133	49		44			15	15			5					30																											
<i>Leporinus friderici</i>	15		74	30					311	44	44	133					15	5			148	15	54		15				30	237	84		74				89	30			74							
<i>Leporinus lacustris</i>					15			5	15			5					30	10			15		5		30				74								15	5			30							
<i>Leporinus obtusidens</i>																																																
<i>Schizodon borelli</i>																																																
<i>Astyanax altiparanae</i>	30	89	30	49			30	10	30	44	25		222	15		79	148	74	133	119	74				74				119	64			30				15	15			222	133	15	123	133	119	193	148
<i>Astyanax fasciatus</i>		15	30	15	30		222	84	15	89	35						89				30	104		44					30				44	15			178	267	148									
<i>Galeocharax gulo</i>			30	10					59		30	30	59		74	44	148				49	207	30	15	84				178	74		84	148				30	44		25	119		15	44				
<i>Myloplus tiete</i>																																																
<i>Roeboides paranensis</i>					15		15	10																					44	15							59	20										
<i>Salminus hilarii</i>																													15	5																		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>																																																
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>																																																
<i>Hoplias gr. lacerdae</i>																																																
<i>Hoplias gr. malabaricus</i>	15		15	10													44	15							15				5																			
<i>Iheringichthys labrosus</i>									15			5	44		15		30												133	15	49						44			15				15				
<i>Pimelodus argenteus</i>										15	5							15			5								30	15	15	20					15		15	10				15				
<i>Pimelodus paranensis</i>																														15																		
<i>Hypostomus sp.</i>	15			5																																												
<i>Hypostomus albopuntatus</i>																																																
<i>Hypostomus cochliodon</i>																																																
<i>Hypostomus margaritifer</i>										15	5			30	10		30		10										44	15																		
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>																																																
<i>Hypostomus cf. regani</i>									15		5																																					
<i>Rhinodoris dorbignyi</i>										30	10																																					
<i>Eigenmannia trilineata</i>			15	5																																												
<i>Sternopygus macrurus</i>									15		5																																					
<i>Cichla kelberi</i>																																																
<b>Totais</b>	<b>74</b>	<b>104</b>	<b>193</b>	<b>123</b>	<b>59</b>	<b>15</b>	<b>400</b>	<b>158</b>	<b>430</b>	<b>133</b>	<b>267</b>	<b>277</b>	<b>341</b>	<b>15</b>	<b>104</b>	<b>153</b>	<b>415</b>	<b>119</b>	<b>222</b>	<b>252</b>	<b>622</b>	<b>89</b>	<b>59</b>	<b>222</b>	<b>281</b>	<b>163</b>	<b>430</b>	<b>291</b>	<b>444</b>	<b>30</b>	<b>237</b>	<b>237</b>	<b>459</b>	<b>385</b>	<b>296</b>	<b>380</b>	<b>385</b>	<b>193</b>	<b>326</b>	<b>301</b>								



## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento, foram registradas diretamente 46 espécies de peixes no monitoramento da PCH Verde 4. Trata-se de táxons com ampla distribuição pela bacia do Alto rio Paraná, sem ocorrência de espécies endêmicas ou ameaçadas. Nenhuma espécie capturada neste monitoramento é considerada oficialmente ameaçada de extinção (MMA, 2022; IUCN, 2021).

Na campanha recente, em fevereiro de 2023, foram registrados apenas 33 exemplares de cinco espécies de peixes, que estão entre os menores valores registrados desde o início do monitoramento, comparáveis apenas à campanha anterior, realizada em agosto de 2022. O sucesso de captura por redes de espera (96 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas) também foi baixo em comparação às campanhas anteriores, o que se repetiu em todos os ambientes monitorados.

Contudo, houve boa distribuição das abundâncias relativas das espécies, resultando em índice de equidade de Pielou alto (0,92 numa escala de zero a um), que, combinado com a baixa riqueza de espécies, resultou em um índice de diversidade de Shannon entre intermediário e baixo (1,46).

Do ponto de vista da composição de espécies da ictiofauna, já registramos intensas sucessões dentre as espécies mais abundantes, após o enchimento do reservatório da PCH Verde 4, incluindo picos de captura de saicangas, lambaris, traíras, curimatás, cangatís e pequiras. Estes aparentes picos populacionais podem ocorrer de forma assíncrona entre as diferentes porções do reservatório e trechos conectados do rio Verde, de modo que, diferentes áreas podem servir como fonte de dispersão de indivíduos de diferentes espécies.

Esta foi a nona campanha da fase de operação do empreendimento. Com a obtenção de dados da campanha de agosto de 2023, teremos número semelhante de campanhas anteriores e posteriores à formação do reservatório, o que possibilitará comparações com testes estatísticos sobre padrões multianuais nos parâmetros monitorados, e testes de similaridade ou dissimilaridade entre as ictiocenoses desses períodos.



## 10. 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.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/divisooes-hidrograficas>. Acesso em: 16 de setembro de 2020.

DE SOUSA, W. L. (2000). Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

EMBRAPA GADO DE CORTE - Comunicado Técnico. 2019. Métodos de destino final de animais mortos de médio e grande porte no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 14 p.

FIBRACON, Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais. 2018a. Relatório Técnico de Resgate da Ictiofauna em Ensecadeira da PCH Verde 4A. Fevereiro de 2018. Em preparação.

FIBRACON, Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais. 2018b. Relatório Técnico de Monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4A, 14ª Campanha. Fevereiro de 2018. 28pp.

GRAÇA, W. J. & C. S. PAVANELLI. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, EDUEM. 308 p.

IUCN 2021. IUCN *Red List of Threatened Species*. Version 2021.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acessado em 03 de julho de 2021.

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.

JÚLIO JÚNIOR, H.F., DEI TÓS, C., AGOSTINHO, A.A. & PAVANELLI, C.S. 2009. A massive invasion of fishes after eliminating a natural barrier in the upper Paraná basin. Neotropical Ichthyology, 7(4). pp. 709-718.

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.

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.

MMA – Ministério de Estado de Meio Ambiente. 2022. Portaria MMA N°148, de 7 de junho de 2022. 85 p.

PAZZA, R., & JÚLIO Jr, H. F. (2003). Occurrence of three sympatric cytotypes of *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain (Brazil). Cytologia, 68(2), 159-163.

Pelicice, F.M. & Agostinho, A.A. 2008. Fish-passage facilities as ecological traps in large neotropical rivers. Conservation biology, 22(1), pp.180-188.

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.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27. pp. 379-423/ 623-656.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

## 11. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do programa de monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo II** – Mapa de acesso e áreas amostrais com seus respectivos pontos de coleta para o Monitoramento da Ictiofauna Terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

14/04/2016




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: <b>2016/02310</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 09		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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : COORDENAÇÃO, ICTIOFAUNA E ELABORAÇÃO DO PTA - MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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 DO MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA AMBIENTAL (PTA) PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 6.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 14/4/16	Data:		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
 <b>José Milton Longo</b> CRBio 23264/01-D	 <b>FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA</b> José Carlos Chaves dos Santos		
			 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: 1965.2261.9792.7323**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



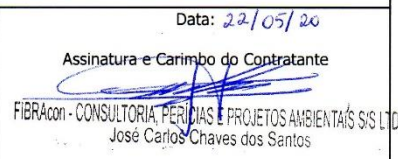
<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2016/02356</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA		3.Registro no CRBio: 040701/01-D	
4.CPF: 891.889.771-53	5.E-mail: frirtzel@hotmail.com		6.Tel: (065) 694-1517
7.End.: RUA EDÉZIO GOMES MARIANO 296		8.Compl.:	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade:	11.UF:	12.CEP: 86995-000
<b>CONTRATANTE</b>			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIA 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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : ICTIOFAUNA - MONITORAMENTO DA FAUNA E RECURSOS PESQUEIROS DA PCH VERDE 4, 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 4, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE ESPÉCIES LOCAIS.			
32.Valor: R\$ 6.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			 CRBio-01
Data: 18/04/16	Data: 18/04/16		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
	 FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIA E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA José Milton Longo		
<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: 2603.3900.1745.9589**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

22/05/2020

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

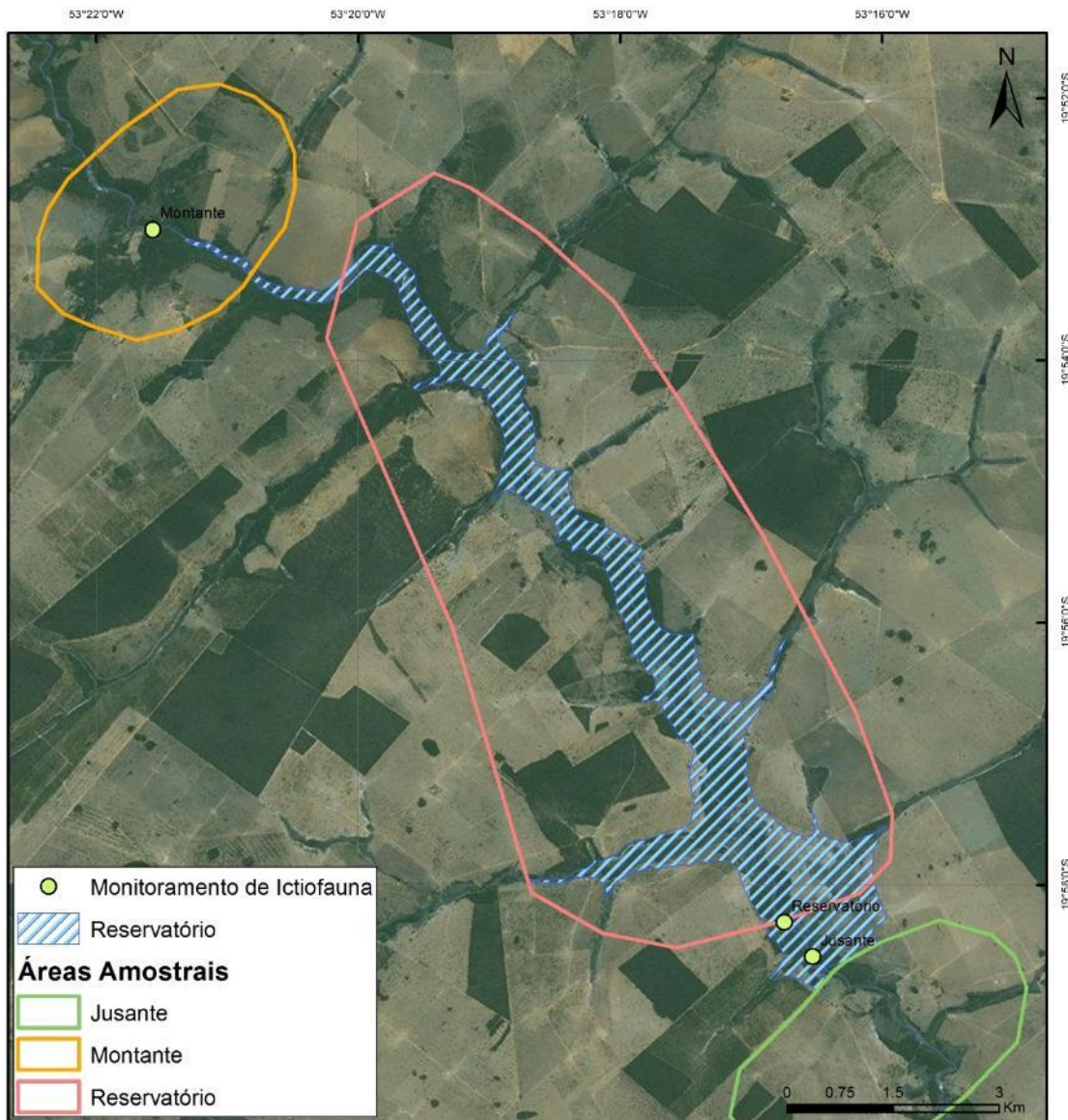
<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2020/03851</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: MARIANA DA SILVA OLIVEIRA		3.Registro no CRBio: 120184/01-D	
4.CPF: 406.096.898-60	5.E-mail: maholiveira23@hotmail.com		6.Tel: (67)98110-9394
7.End.: BERTIOGA 338		8.Compl.: CASA 5	
9.Bairro: VILA IPIRANGA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79080-690
<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 09		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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : COLETA DE DADOS BIOLÓGICOS - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ICTIOFAUNA, ICTIOPLÂNCTON, MACRÓFITAS E COMUNIDADES AQUÁTICAS DA PCH VERDE 4, 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 : EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS DE MONITORAMENTO DE ICTIOFAUNA, ICTIOPLÂNCTON, MACRÓFITAS E COMUNIDADES AQUÁTICAS POR MEIO DE COLETA DE DADOS BIOLÓGICOS NA PCH VERDE 4, ÁGUA CLARA, MS.			
32.Valor: R\$ 1.500,00	33.Total de horas: 40	34.Início: MAI/2020	35.Término: JUL/2024
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 22/05/20		Data: 22/05/20	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
			
			
<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: 7447.8702.9643.1586**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)




## ANEXO II



### ANEXO III



	GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR - SEMAGRO INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - IMASUL AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA MANEJO DE FAUNA IN SITU
---	--

RAA Nº: 012/2016	VERSÃO: 1.0	VALIDADE: 30/09/2024	PROCESSO Nº:71/402742/2020
------------------	-------------	----------------------	----------------------------

**ATIVIDADE:** Monitoramento.

**REQUERENTE:** SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

**CNPJ:** 11.151.033/0001-59.

**EMPREENDIMENTO:** PCH VERDE 4.

**MUNICÍPIO:** ÁGUA CLARA.

**LOCALIZAÇÃO:** Rodovia 357, KM 85.

**BACIA HIDROGRÁFICA:** Paraná – UPG Verde.

**CONSULTORIA:** FIBRACon – CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS LTDA.

**CNPJ:** 08.374.309/0001-53.

**ENDEREÇO:** Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 09 – CEP 79.040-960 – Campo Grande/MS.

**OBJETIVO:** Monitorar a fauna registrada para a área do empreendimento antes, durante e após o enchimento do reservatório, garantindo o banco de dados a fim de auxiliar nas diferentes estratégias de manejo de fauna silvestre ocorrente na região de inserção do empreendimento, PCH Verde 4.

**COORDENADOR GERAL DA ATIVIDADE E EQUIPE TÉCNICA:**

José Milton Longo	CRBio:023264/01/CPF:085.222.128-21	Coordenação/Ictiofauna
José Carlos C. dos Santos	CRBio:018769/01/CPF:294.004.141-53	Coordenação/Mastofauna
Giovane Lima Vilhanueva	CRBio:116812/01/CPF:050.041.091-76	Mastofauna
Ana Luiza Cesquin Campos	CRBio:043731/01/CPF:894.232.671-49	Herpetofauna
Thiago Mateus Breda	CRBio:068722/01/CPF:055.842.549-67	Avifauna
Fábio Ricardo da Rosa	CRBio:040701/01/CPF:891.889.771-53	Ictiofauna

**PERÍODO DA(S) CAMPANHA(S):** campanhas de 4 dias em fevereiro e agosto de 2021,2022,2023 e 2024.

**ÁREAS AMOSTRAIS:** UTM 22K

Pontos	Descrição	Coordenadas	
01	Controle	243303.00 mE	7814962.00 mS
02	Montante	252955.00 mE	7799808.00 mS
03	Reservatório	256548.00 mE	7799196.00 mS
04	Jusante	262489.00 mE	7789323.00 mS

**PETRECHOS:** armadilhas de metal, armadilhas de interceptação e queda (pitfalls), armadilhas fotográficas, redes de espera (15-30-40-50-60-70-80-100-120mm), tarrafa (malha 25mm), rede de arrasto (malha 3 mm) e binóculo.

**METODOLOGIAS E ESFORÇOS AMOSTRAIS:**

Grupo	Métodos	Esforço a ser utilizado
Herpetofauna	Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls)	Serão instaladas 03 armadilhas em cada ponto amostral, com vistoria pelo menos uma vez ao dia. O esforço amostral será de 12/baldes/noite e 48 baldes/campanha, permanecendo 72horas/campanha.
	Busca ativa	Será realizada nas quatro áreas amostrais sendo 6 horas por dia e 24 horas/campanha.
	Zoofonia	Amostragem de anuros, no período noturno nos sítios de reprodução, por duas horas, totalizando 08 horas/campanha.
Avifauna	Pontos de escuta e transectos	As observações ocorrerão nas primeiras quatro horas da manhã, nas últimas quatro horas da tarde e nas duas primeiras da noite, totalizando 10 horas de amostragem por área e 40 horas/campanha.
Mastofauna	Busca ativa (vestígios diretos e indiretos)	Serão realizadas caminhadas ao amanhecer e ao anoitecer, durante seis horas por área amostral, totalizando 24 horas/campanha.
	Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls traps)	Serão instaladas três armadilhas compostas cada uma de 4 baldes, em cada área amostral, totalizando 48 baldes/noite/campanha e 72 horas/campanha.
	Armadilhas fotográficas	Serão instaladas câmeras trap nas áreas amostrais por três noites consecutivas, 36 horas/campanha.



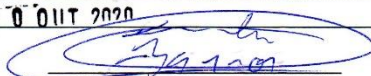
Ictiofauna	Armadilhas de metal (Sherman e Tomahawk)	Serão instaladas 10 armadilhas de cada tipo por área, durante 03 noites, 36 horas/campanha.
	Redes de espera (malhas: 15-30-40-50-60-70-80-100-120mm)	Serão armadas ao entardecer e retiradas pela manhã, ficando 12 horas abertas por dia e 36 horas/campanha.
	Tarrafa (malha 25mm)	Serão realizados 50 lances em cada ponto amostral.
	Rede de arrasto (malha 3mm)	Três lances em cada ponto amostral.

**DESTINAÇÃO DO MATERIAL:** Coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal de MS – UFMS.

**Deverão ser observadas as seguintes condicionantes:**

1. Esta autorização aprova ambiental a execução das atividades relativas ao monitoramento de fauna terrestre e ictiofauna na área de influência da PCH Verde 4 e transporte, quando couber, de exemplares para a UFMS;
2. As capturas deverão ser realizadas, com os petrechos e métodos mencionados nesta autorização;
3. Os exemplares capturados e identificados no local que não necessitem de sacrifício deverão ser manuseados em tempo para sua devolução ao ambiente em condições de sobrevivência;
4. As redes de espera utilizadas na coleta de peixes devem ser vistoriadas no máximo de 12/12 horas e retiradas dos locais de coleta após o término dos trabalhos;
5. As armadilhas devem ser posicionadas em locais e horários de acordo com a biologia da espécie ou comunidade, e sua revisão deve ser efetuada no menor tempo possível, considerando a temperatura e insolação locais, buscando reduzir o estresse e o sofrimento do animal (Portaria CFBio nº 148/2012);
6. As armadilhas de interceptação e queda (pitfalls) devem ser retiradas dos locais de captura ou permanecer tampadas entre os períodos de amostragem. Estas devem possuir dispositivos de segurança contra afogamentos e hipotermia/hipotermia, como furos na base dos baldes, colocação de folhas, gravetos e vasilhas d'água. As vistorias devem ser, no mínimo, diárias (preferencialmente matutinas);
7. Adotar os métodos e procedimentos de eutanásia, quando for o caso, previstos na Resolução CFMV nº 1000/2012 e na Resolução CFBio nº 301/2012;
8. Em caso de ocorrência, no local do empreendimento, de focos epidemiológicos, fauna potencialmente invasora, inclusive doméstica, ou fauna sinantrópica ou exótica nociva, os espécimes deverão ser destinados de acordo com a IN IBAMA nº 141/2006;
9. Animais exóticos (cuja distribuição geográfica não inclua o território brasileiro) capturados não devem ser soltos e sim eutanasiados conforme previsão da condicionante 07;
10. Apresentar carta de recebimento das instituições depositárias contendo a lista e a quantidade dos animais recebidos, bem como a lista de marcação individual e permanente utilizada em cada espécime. Os espécimes oriundos desta autorização não poderão ser comercializados;
11. Informar à Polícia Militar Ambiental/MS da região sobre dos trabalhos de captura (datas e locais);
12. Durante a execução das atividades a equipe deverá portar esta Autorização para efeito de fiscalização;
13. Qualquer alteração no projeto, equipe, período e/ou metodologia deverão ser previamente autorizadas pelo IMASUL;
14. Envio de relatório final com os dados consolidados das campanhas à Gerência de Recursos Pesqueiros e Fauna – GPF/IMASUL, em formato digital, conforme termo de referência disponível no site do IMASUL, num prazo de 60 (sessenta) dias após o vencimento desta autorização;
15. Para a captura em Unidades de Conservação Estaduais esta Autorização não isenta da Autorização Ambiental de Pesquisa em UC's no Estado;
16. O IMASUL reserva-se ao direito de a qualquer momento e de acordo com as normas legais, exigir melhorias e/ou alterações na execução das atividades;
17. A presente Autorização não dispensa e nem substitui outras Licenças, Autorizações, Alvarás ou Certidões de qualquer natureza exigidas pela legislação federal, estadual ou municipal;
18. Esta autorização NÃO PERMITE:
  - I. Captura/coleta/transporte/soltura de espécimes em área particular sem o consentimento do proprietário;
  - II. Coleta de material biológico por técnicos não listados nesta autorização;
  - III. Exportação de material biológico;
  - IV. Acesso ao patrimônio genético nos termos da regulamentação constante no Decreto nº 8.772/2016 e na Lei nº 13.123/2015.
19. O IMASUL, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização, sem prejuízo da adoção das outras medidas punitivas administrativas e judiciais, quando ocorrer:
  - I. Violação ou inadequação de quaisquer das condicionantes acima descritas ou normas legais;
  - II. Omissão ou falsa descrição das informações relevantes que subsidiarem a expedição da Autorização;
  - III. Superveniência de graves riscos ambientais e à saúde.
20. Admitindo-se a renovação, deverá esta, encontrar-se em conformidade com o disposto nos Artigos 32 e 35 e da Resolução SEMADE nº 09/2015.

Local e data: Campo Grande, 30 de Outubro de 2023

  
Diretor Presidente do IMASUL

## **ANEXO 04**

### **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE ABRANGENDO OS GRUPOS: MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA E AVIFAUNA**



# PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE

## PCH VERDE 4

19ª campanha (estação chuvosa)

### RELATÓRIO TÉCNICO

Savana Geração de  
Energia S.A.



**Fibracon**  
AMBIENTAL

ÁGUA CLARA - MS  
Fevereiro de 2023

---

## EQUIPE TÉCNICA

### DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Savana Geração de Energia S.A.

CNPJ: 11.151.033/0001-59

Endereço: Fazenda Barragem, Rodovia 357, KM 85

Bairro: Zona Rural Município: Ribas do Rio Pardo - MS CEP: 79180-000

Telefone: (67) 3303-4043 Ramal 46704

### 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 (Coordenador e Mastofauna)      CRBio: 18.769/01-D

José Milton Longo (Coordenador)      CRBio: 23.264/01-D

Ana Luiza Cesquin Campos (Herpetofauna)      CRBio: 43.731/01-D

Thiago Matheus Breda (Avifauna)      CRBio: 68.722/01-D

Giovane Lima Vilhanueva (Mastofauna)      CRBio: 116.812/01-D

## ÍNDICE

1. Introdução geral.....	5
1.1. Localização do empreendimento .....	6
1.2. Descrição das áreas amostrais.....	7
1.3. Grupos taxonômicos monitorados .....	13
1.3.1. Herpetofauna.....	13
1.3.2. Avifauna .....	13
1.3.3. Mastofauna.....	14
1.4. Análise de dados .....	15
2. Herpetofauna.....	16
2.1. Metodologia .....	16
2.1.1. Coleta de dados .....	16
2.1.2. Análise de dados .....	18
2.2. Resultados e discussão .....	18
2.2.1. Riqueza e abundância.....	18
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.....	28
3.1. Metodologia .....	28
3.1.1. Contagem por pontos.....	28
3.1.2. Registro Oportunístico.....	29
3.1.3. Análise de dados .....	29
3.2. Resultados e discussão .....	30
3.2.1. Resultados consolidados.....	45
3.2.2. Espécies ameaçadas, endêmicas e de alta sensibilidade aos distúrbios	47
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.....	56
4.2.3. Resultados consolidados.....	58
4.2.4. Curva do coletor .....	59
4.2.5. Espécies ameaçadas, endêmicas e exóticas .....	60
4.2.6. Espécies de interesse humano .....	63
5. Conclusões.....	65
5.1. Herpetofauna .....	65
5.2. Avifauna.....	65
5.3. Mastofauna .....	66
6. Referências bibliográficas.....	67
7. Anexos.....	76
ANEXO I .....	77
ANEXO II .....	82
ANEXO III .....	90
ANEXO IV .....	93
ANEXO V.....	99
ANEXO VI.....	101

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A PCH Verde 4 está inserida no bioma Cerrado, o qual, assim 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 cinco subsistemas: Campos, Cerrado (*sensu stricto*), Cerradão, Matas Ciliares e Veredas.

O Cerrado, depois da Mata Atlântica é, 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 influências 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 4 e monitorar os possíveis impactos decorrentes da implantação e operação da mesma sobre a fauna terrestre. Este programa é de periodicidade semestral, abrangendo as estações seca e chuvosa, em atendimento a condicionante da LO nº 481/2018, processo nº 71/400636/2018, emitida pelo Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL). Este relatório apresenta os resultados da 19ª campanha de monitoramento da fauna terrestre, com as coletas realizadas entre os dias 03 a 07 de fevereiro de 2023, com cinco dias consecutivos de duração e referente a estação chuvosa.

### 1.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A PCH Verde 4 está localizada a uma distância aproximada de 248 km da capital do estado (Figura 1), Campo Grande, seguindo 97,4 km pela BR – 262 em direção do município de Ribas do Rio Pardo. Passando por Ribas do Rio Pardo, na MS - 357, percorrem-se cerca de 112 Km, até o entroncamento, onde convertendo à direita na MS-245, segue-se 35 Km entrando em uma estrada vicinal percorre-se cerca de 14km até a entrada do empreendimento.

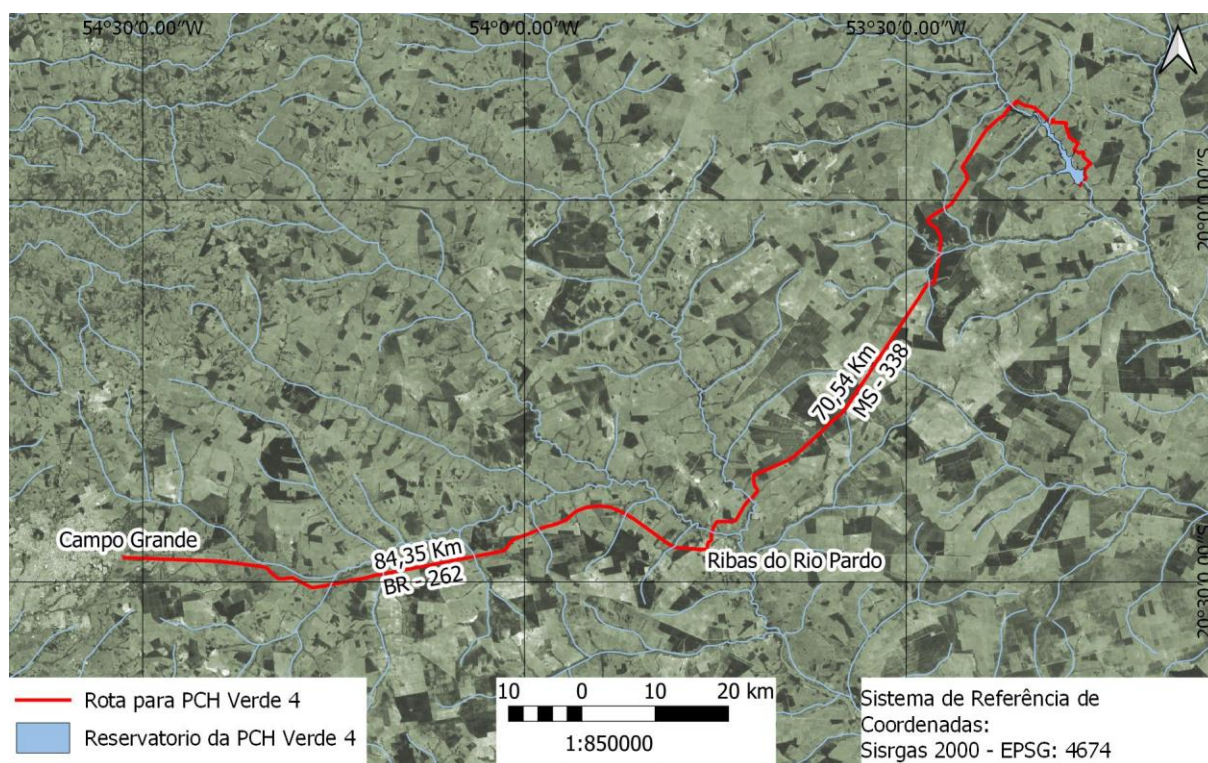


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.



## 1.2. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

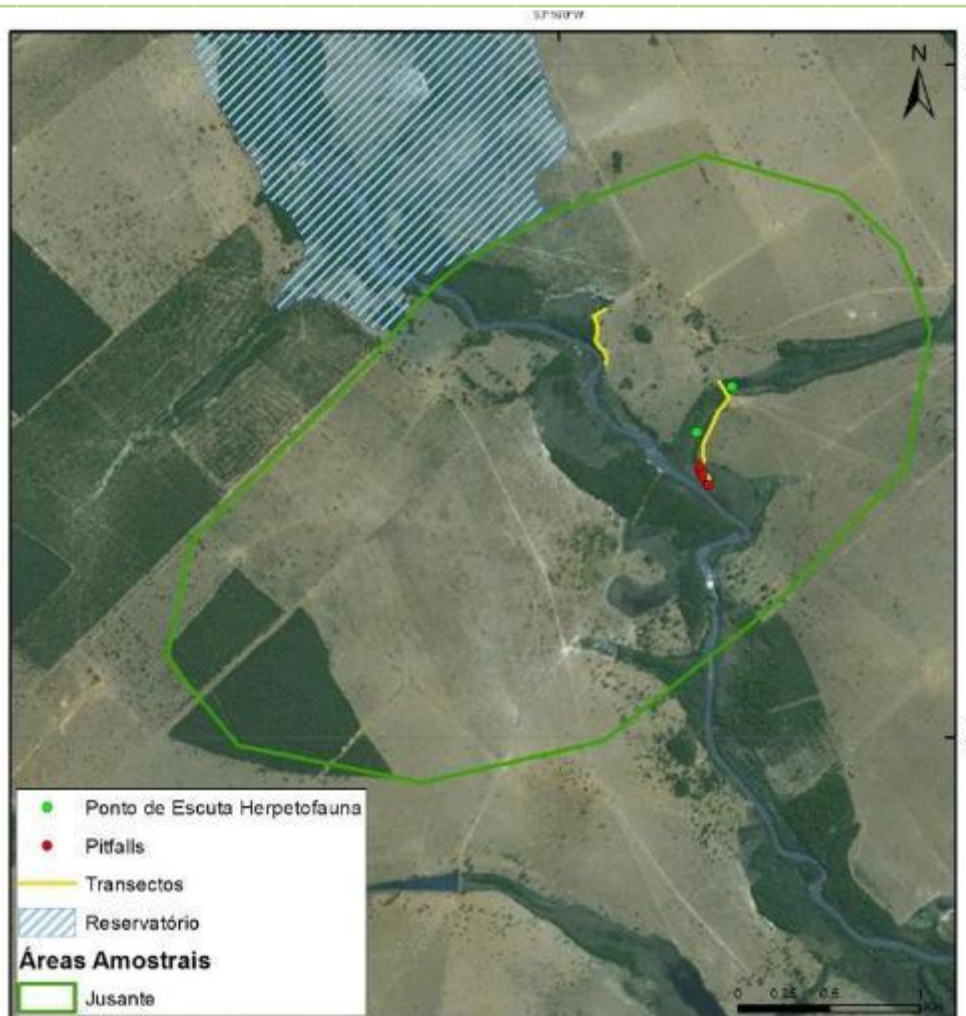
Na área de influência do empreendimento foram determinadas quatro áreas amostrais que contemplam as principais fitofisionomias locais. As áreas amostrais utilizadas para o monitoramento da fauna encontram-se descritas abaixo, as coordenadas são dadas em UTM (Projeção/DATUM: SIRGAS 2000 UTM zona 22 Sul). 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 quatro áreas estabelecidas pela FIBRAcon Consultoria para o monitoramento dos grupos faunísticos estão descritas a seguir:

**1) ÁREA AMOSTRAL JUSANTE (JU):** 7789323.00 m S; 262489.00 m E (Figura 2 e Figura 3). Localizada à jusante do futuro barramento da PCH Verde 4 e a montante do reservatório da UHE São Domingos, abrange áreas de Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão e Cerrado sentido restrito, fitofisionomia predominante, além de faixa de mata ciliar às margens do rio Verde e brejos (ambientes higrófilos lênticos com formações pioneiras herbáceo-arbustivas). A área ainda apresenta reservatório artificial, além de campos utilizados para agropecuária. A escolha desta área próxima ao barramento da PCH Verde 4 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 869 hectares.



**Figura 2.** Área à jusante (JU) do barramento amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



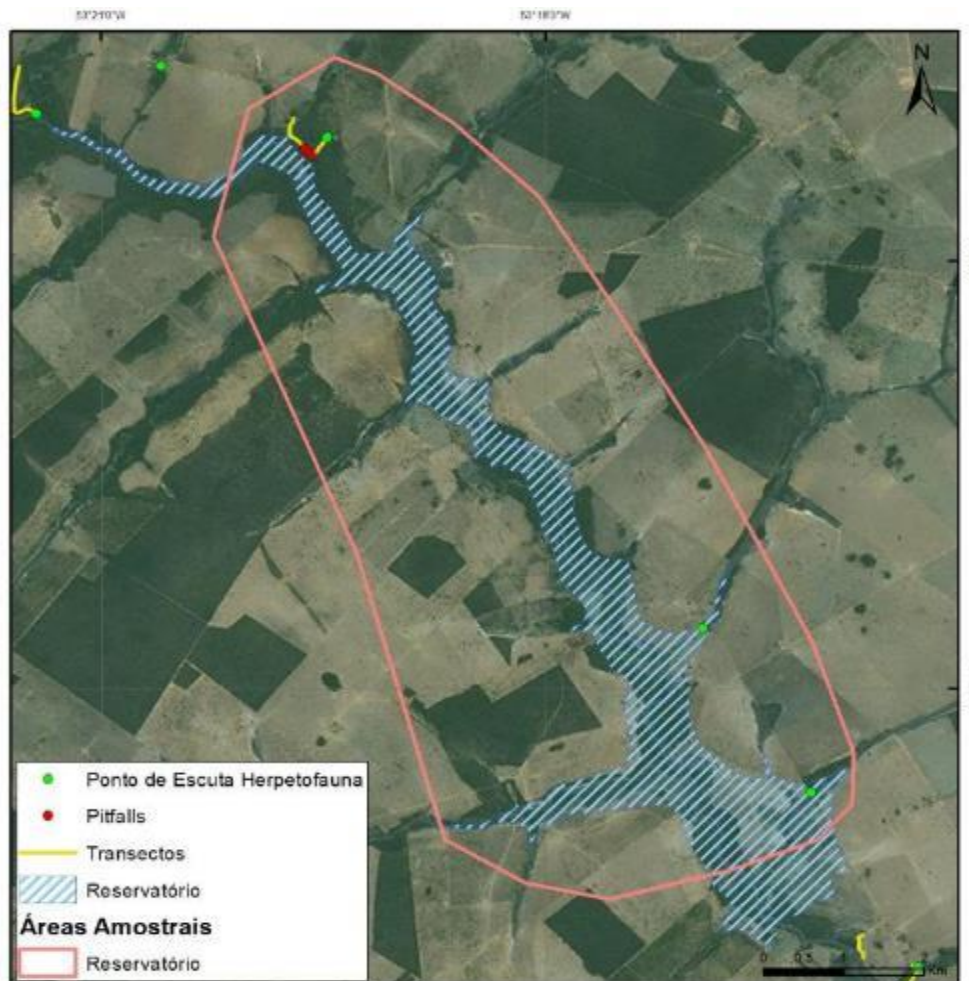
**Figura 3.** Localização da área amostral Jusante (JU) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**2) ÁREA AMOSTRAL RESERVATÓRIO (RE):** 7799196.00 m S; 256548.00 m E (Figura 4 e Figura 5). Localizada ao longo do reservatório da PCH Verde 4, originalmente abrangia fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão e Cerrado sentido restrito e faixa de mata ciliar às margens do rio Verde, além de matas ciliares e de galeria dos córregos Barreiro e Jacinto, afluentes do rio Verde. Esta área amostral também apresenta áreas úmidas como brejos e pindaívas, além de açudes e campos de agropecuária. Parte destes fragmentos e quase a totalidade das matas ciliares do rio Verde e de seus afluentes foram suprimidos para o enchimento do reservatório. O tamanho estimado da área amostral Reservatório (RE) é de 4.500 hectares.





**Figura 4.** Área na região do reservatório (RE) do empreendimento amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



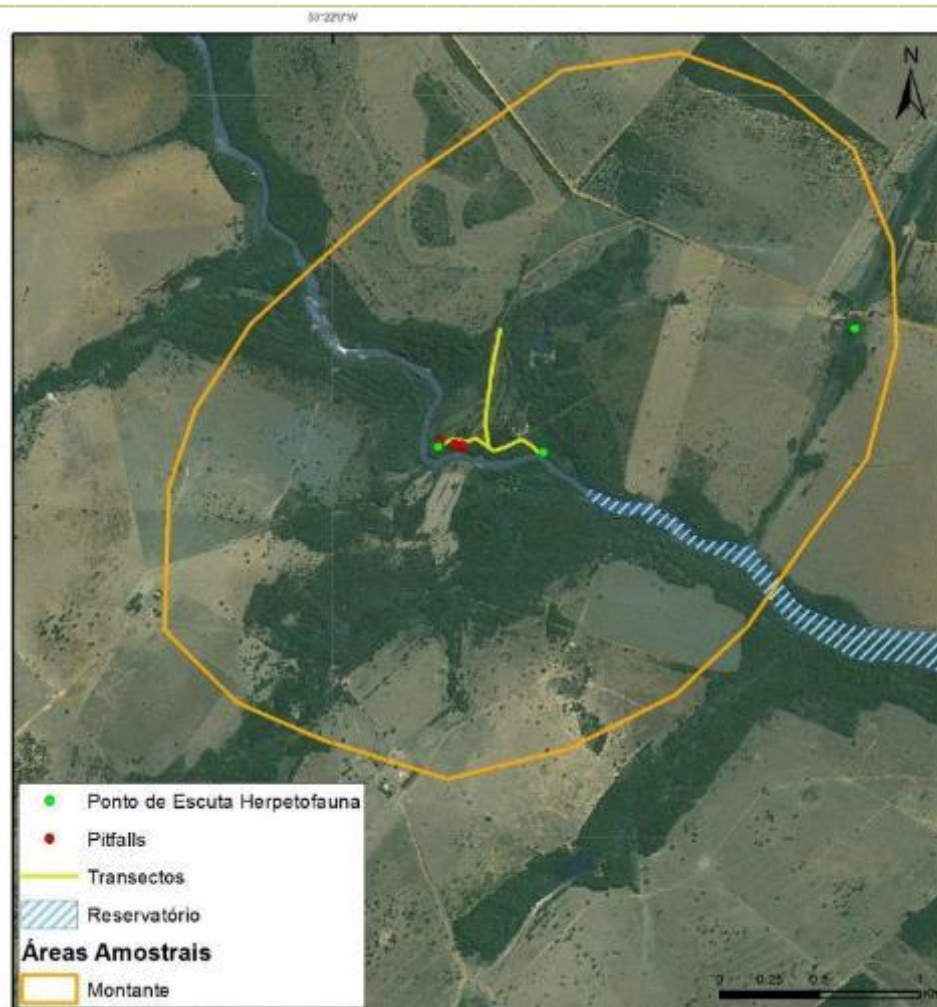
**Figura 5.** Localização da área amostral Reservatório (RE) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**3) ÁREA AMOSTRAL MONTANTE (MO):** 7799808.00 m S; 252955.00 m E (Figura 6 e Figura 7). Localizada entre a montante do futuro reservatório da PCH Verde 4 e a jusante do reservatório 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 se deu por se tratar de área livre de inundação do reservatório, localizada à montante do empreendimento. O tamanho estimado da área amostral Montante (MO) é de 874 hectares.



**Figura 6.** Área à montante (MO) do reservatório amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



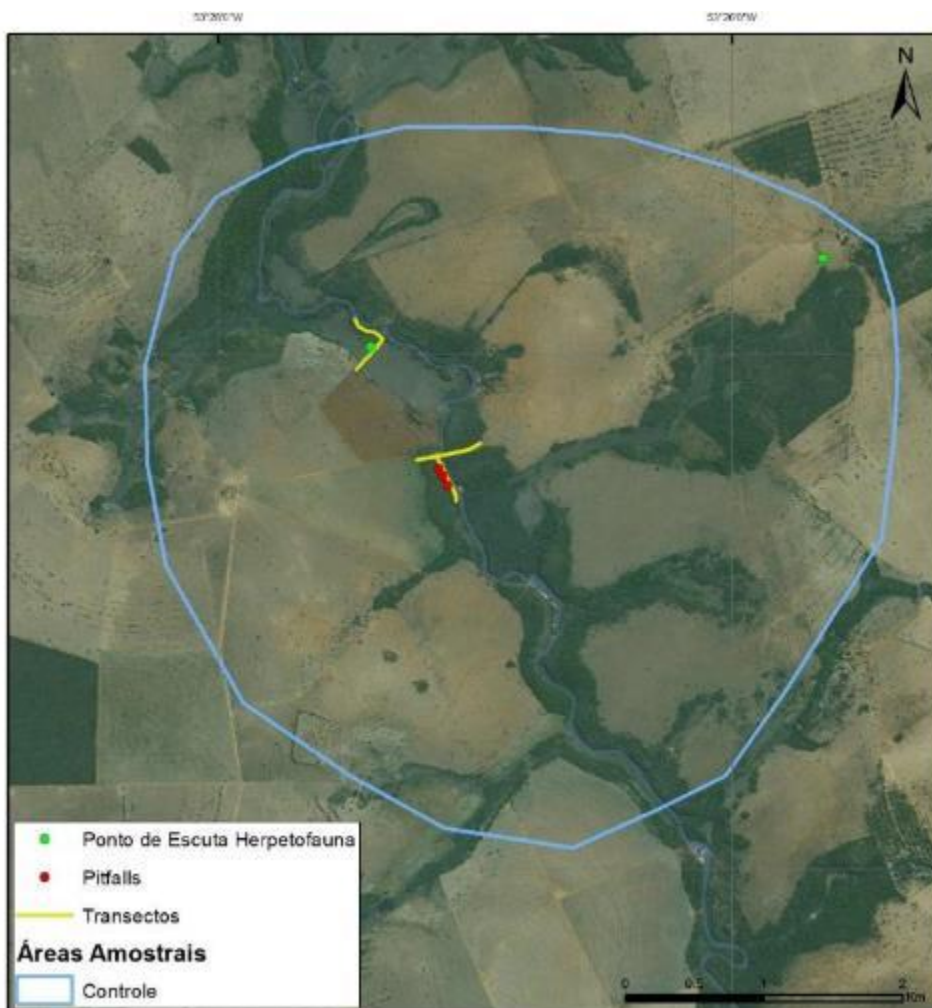


**Figura 7.** Localização da área amostral Montante (MO) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**4) ÁREA AMOSTRAL CONTROLE (CO):** 243303.00 m E; 7814962.00 m S (Figura 8 e Figura 9). Localizada à montante dos reservatórios da PCH Verde 4 e PCH Verde 4A, fora da área de inundação de ambos os empreendimentos. 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 Controle (CO) é de 2.096 hectares.



**Figura 8.**Área Controle (CO) do reservatório amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



**Figura 9.**Localização da área amostral Controle (CO) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, 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 8.649 espécies de anfíbios (FROST, 2023) e mais de 12.000 espécies de répteis (UETZ *et al.*, 2023) no mundo. No Brasil estão descritas 1.188 espécies de anfíbios (1.144 anuros, 39 cecílias e cinco salamandras) e 848 espécies de répteis (38 quelônios, seis jacarés, 292 lagartos, 82 anfisbênias e 430 serpentes) (COSTA *et al.*, 2021; SEGALLA *et al.*, 2021).

Uma parte significativa dessa diversidade está representada em regiões sob a influência do Cerrado com 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). No Estado do Mato Grosso do Sul ocorrem 97 anfíbios e 188 répteis (FERREIRA *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2017). Para a região de estudo, levantamentos realizados na região do rio Sucuriú, nordeste de Mato Grosso do Sul (UETANABARO *et al.*, 2006), no rio Corrente, sudoeste de Goiás (VAZ-SILVA *et al.*, 2007) e na sub bacia do rio Verde (SANTOS & LONGO, 2006) indicam a ocorrência de aproximadamente 124 espécies da herpetofauna, sendo 44 espécies de anfíbios, duas espécies de crocodilianos, duas espécies de quelônios, quatro espécies de anfisbenídeos, 23 espécies de lagartos e 49 espécies de serpentes.

#### 1.3.2. AVIFAUNA

O Brasil está entre os países com maior número de aves do mundo, 1.972 espécies (PACHECO *et al.*, 2021) distribuídas de forma desigual entre as regiões do país. O cerrado é o terceiro bioma com maior riqueza de aves dentre os biomas brasileiros, abrigando 837 espécies (SILVA, 1995), possui um mosaico de vegetação fisionomicamente diversificado (como cerrado, cerradão, mata de galeria, entre outros) (DA COSTA, 2003; PRIMACK & RODRIGUES, 2001; PAGOTTO *et al.*, 2006). Os fatores que caracterizam e delimitam a distribuição do Cerrado são principalmente associados com precipitação sazonal, fertilidade e drenagem do solo, regime de fogo e clima (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). 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, 1999; SILVA & BATES, 2002; LOPES, 2004).

O estado do Mato Grosso do Sul abriga 643 espécies de aves segunda a lista publicada por Nunes e colaboradores (2022). Os dados dos levantamentos de aves realizados (em áreas de Cerrado) no Complexo Aporé-Sucuriú (PAGOTTO *et al.*, 2006) apontam para um total de 241 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 a mastofauna e listas locais são usualmente incompletas (COSTA *et al.*, 2005).

A mastofauna de médio e grande porte do Cerrado é amplamente distribuída e apresenta baixo grau de endemismo (MARINHO-FILHO *et al.*, 2002), mesmo possuindo uma alta riqueza de espécies (KLINK & MACHADO, 2005). Muitas delas encontram-se em alguma categoria de ameaça devido ao processo de degradação e supressão de habitats que vem ocorrendo nas últimas décadas, estimando-se que pelo menos 20% das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem fora dos parques e reservas existentes (MACHADO *et al.*, 2004). No Mato Grosso do Sul são conhecidas 166 espécies de mamíferos, sendo 90 terrestres não-voadores e 61 espécies voadoras, distribuídas em 10 ordens e 29 famílias (TOMAS *et al.*, 2017). 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, 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 de fevereiro de 2023, foram utilizados três métodos de procura para o levantamento das espécies da herpetofauna (anfíbios e répteis) na região da PCH Verde 4:

**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 serrapilheira). 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, totalizando 24 horas/observador para a campanha.

**Registro de vocalizações ou Escutas (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 10). 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 10.** Alguns dos sítios reprodutivos (brejo e açude) amostrados durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

**Armadilhas de interceptação e queda ou *pitfall 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. Armadilhas de interceptação com baldes enterrados (*pitfall traps*) são métodos efetivos para a coleta de anuros, répteis, mamíferos e invertebrados de serrapilheira (CECHIN & MARTINS, 2000; GREENBERG *et al.*, 1994).

O esforço amostral empregado para este método foi de 12 baldes/noite por área, e 48 baldes/noite para a campanha. A distância entre cada “Y” de uma mesma área amostral foi de aproximadamente 50 metros, dependendo do terreno e da disponibilidade de local apropriado para instalação dos baldes. Cada balde permaneceu aberto durante três noites consecutivas 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.

**Registro Oportunístico (OP):** durante toda a permanência na área de campo quando não empregados os métodos citados anteriormente, os animais encontrados vivos ou mortos fora dos transectos ou durante o deslocamento entre as áreas amostrais, também foram registrados. Esse tipo de registro de espécies é amplamente utilizado em levantamentos, 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 *et al.*, 2021; SEGALLA *et al.*, 2021).

Todas as espécies registradas foram consultadas em relação ao status de ameaça, tanto a nível internacional (IUCN, 2022) quanto a nível nacional (MMA, 2022) e ao fato de poderem ser consideradas raras, endêmicas, bioindicadoras da qualidade ambiental, de importância econômica (CITES, 2023), potencialmente invasora ou de risco epidemiológico.

## 2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.2.1. RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Durante a campanha foram registrados 107 indivíduos, distribuídos em duas ordens, oito famílias, 15 gêneros e 21 espécies da herpetofauna, representada por 17 anfíbios e quatro répteis (Tabela 1).

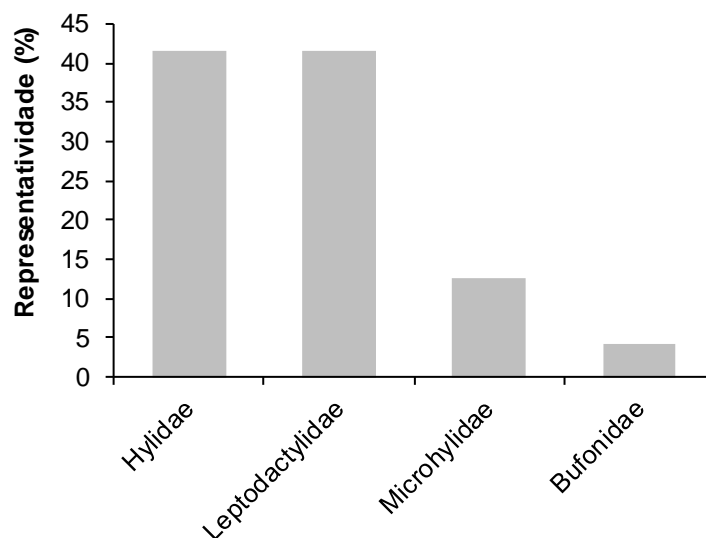


**Tabela 1.** Espécies da Herpetofauna (anfíbios e répteis) registradas durante a campanha de monitoramento da fauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Com seus respectivos nomes populares, abundância por área amostral, hábito, período de atividade, tipo de micro habitats onde foram encontrados, método de registro e status de distribuição e conservação. Legenda: **Áreas amostrais** (JU) área a jusante do barramento; (RE) área localizada a margem do reservatório; (MO) área a montante do reservatório; (CO) área controle. **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) Oportunístico; (P) *Pitfall trap*. **Status** (C2) espécie listada no apêndice II da Cites; (End) espécie endêmica do Bioma Cerrado. Fevereiro de 2023. Em azul, novos registros para o monitoramento.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Hábito	Ativ.	Método registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<b>ANURA</b>									
<b>Família Bufonidae</b>									
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	sapo-cururu	1		2	5	Te	N	BA, E	
<b>Família Hylidae</b>									
<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)	perereca-cabrinha	3	4			Ab	N	E	
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	perereca-verde	2	5			Ab	N		
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	perereca-rizada-de-bruxa	3	2			Ab	N		
<i>Dendropsophus elianae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000)	pererequinha-do-brejo				3	Ab	N		End
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	pererequinha-do-brejo				1	Ab	N	E	
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	pererequinha-do-brejo	2	8			Ab	N		
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925)	pererequinha-do-brejo	5	5			Ab	N		
<b>Família Leptodactylidae</b>									
<i>Adenomera cf. diptyx</i> (Boettger, 1885)	rãzinha-do-folhiço	10	4			Te	N		
<i>Leptodactylus chaquensis</i> (Cei, 1950)	rã		1	1		Te	N		
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	rã-assobiadora				1	Te	N		
<i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	rã-cachorro	6	2			Te	N	E	
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	rã-quatro-olhos				1	Te	N	P	End
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	rãzinha-do-brejo	9				Cr	D/N	E	
<b>Família Microhylidae</b>									
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	sapo-grilo	1		1	1	Fo	N	E, P	End
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	sapo-bode				3	Fo	N	P	
<i>Elachistocleis cf. bicolor</i> (Guérin Méneville, 1838)	sapinho-guarda	4				Fo	N	E	

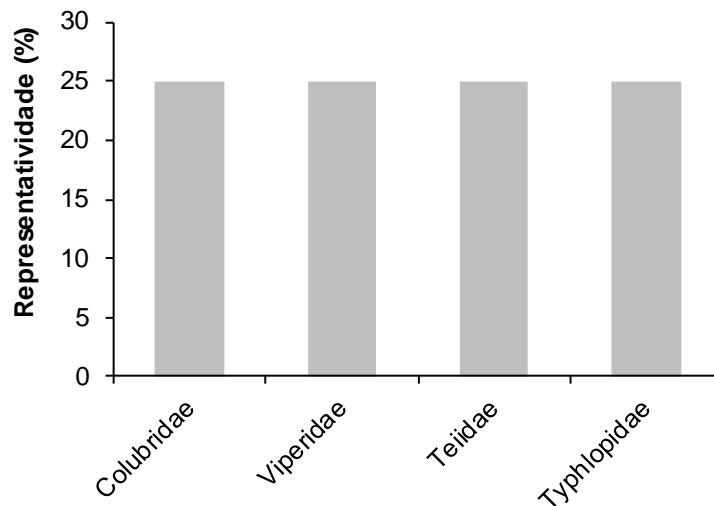
ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Hábito	Ativ.	Método registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<b>ORDEM SQUAMATA</b>									
<b>Família Colubridae</b>									
<i>Dipsas mikanii</i> (Schlegel, 1837)	dormideira			1		Te	D	P	FL
<b>Família Teiidae</b>									
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758) 285.	lagarto-verde		2	2	1	Te	D	BA	
<b>Família Typhlopidae</b>									
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i> (Vanzolini, 1976)	cobra-cega	1				Fo	N	P	
<b>Família Viperidae</b>									
<i>Bothrops moojeni</i> (Hoge, 1966)	jararaca-das-veredas		1	1	2	Te	N	BA	End, FL

Para os anfíbios, as famílias Hylidae (sete espécies; 41%) e Leptodactylidae (seis espécies; 35%) foram as mais representativas, somando 76% das espécies de anfíbios encontradas em campo (Gráfico 1). Em regiões neotropicais a predominância das famílias Hylidae e Leptodactylidae é um padrão comum (DUELLMAN & TRUEB, 1994), sendo encontrado em várias localidades do continente Sul-Americano (TOLEDO *et al.*, 2003; BRUSQUETTI & LAVILLA, 2006) e do Cerrado (BRANDÃO & PERES-JÚNIOR, 2001; BASTOS *et al.*, 2003; BRASILEIRO *et al.*, 2005; UETANABARO *et al.*, 2007; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2009).



**Gráfico 1.** Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de anfíbios registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

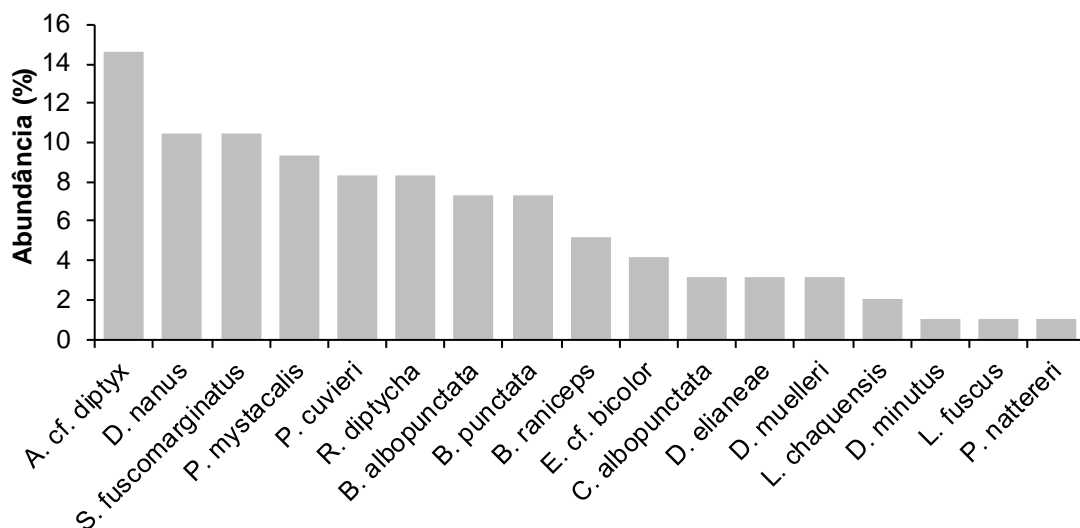
Para os répteis, foram registradas quatro famílias com uma espécie cada, sendo elas duas famílias de serpentes Colubridae e Viperidae, um lagarto Teiidae e uma cobra-cega Typhlopidae (Gráfico 2).



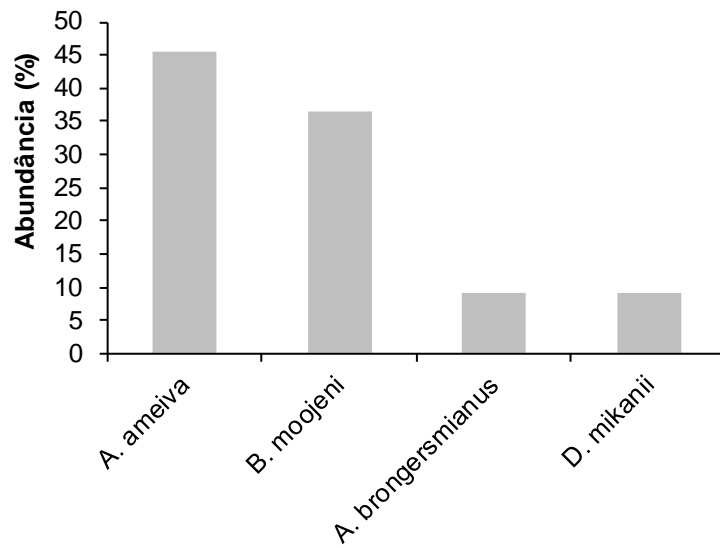
**Gráfico 2.** Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de répteis registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

As espécies de anfíbios mais abundantes durante a campanha foram a rã *Adenomera* cf. *diptyx* (14 indivíduos; 15%) e as pererecas *Dendropsophus nanus* (10 indivíduos, 10%) e *Scinax fuscomarginatus* (10 indivíduos, 10%) (Gráfico 3).

Para os répteis, as espécies mais abundantes foram o lagarto *Ameiva ameiva* (5 indivíduos; 45%) e a serpente *Bothrops moojeni* (4 indivíduos, 36%) (Gráfico 4).



**Gráfico 3.** Contribuição relativa das espécies de anfíbios registradas durante a campanha de monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



**Gráfico 4.** Contribuição relativa das espécies de répteis registradas durante a campanha de monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Fevereiro de 2023.

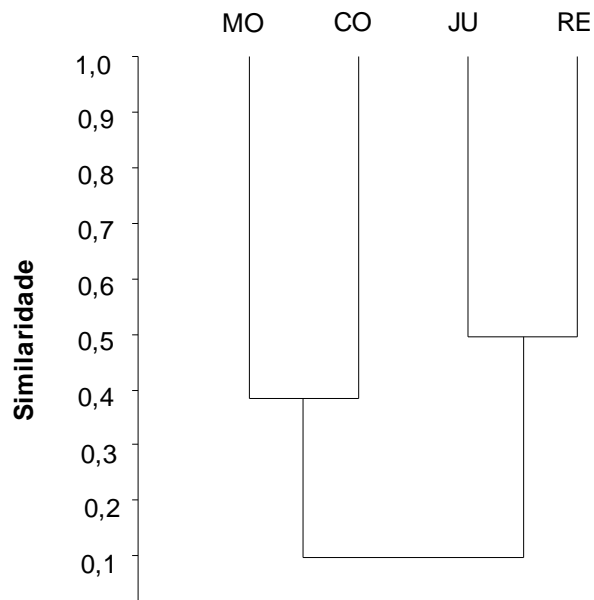


**Figura 11.** Algumas espécies de anfíbios e répteis registradas durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Fevereiro de 2023. Onde A) *Boana punctata*; B) *Physalaemus cuvieri*; C) *Dermatotonotus muelleri* e D) *Bothrops moojeni*.

### 2.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

Considerando a composição de espécies da herpetofauna durante a campanha, o índice de similaridade separou as áreas em dois grupos e agrupou como as mais similares as áreas Montante (MO) com a área Controle (CO) e a Jusante (JU) e com o Reservatório (RE) (Gráfico 5).

Os valores dos índices de similaridade entre determinadas áreas são calculados 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, como as semelhanças entre a matriz vegetal das áreas.



**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 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023. (MO=montante; CO=controle; JU=jusante, RE=reservatório). Coeficiente cofenético= 0,9781.

As diferenças na disponibilidade de recursos também explicam os diferentes valores de riqueza e abundância encontrados para as áreas amostrais, sendo que durante a atual campanha a área amostral CO apresentou os menores valores de riqueza de espécies e abundância de indivíduos, enquanto a área localizada a jusante do empreendimento (JU) apresentou o maior índice de diversidade (Tabela 2).



**Tabela 2.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e Índice de Diversidade de Shannon-Wiener registrados durante a campanha de monitoramento de herpetofauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

	JU	RE	MO	CO
Riqueza de espécies	12	10	9	6
Abundância de indivíduos	47	34	13	13
Índice de Shannon-Wiener ( <i>H'</i> )	2,222	2,115	2,098	1,586

### 2.2.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando-se as campanhas realizadas até o momento (Tabela 3 e Anexo I) o padrão observado é de que as coletas realizadas durante a estação chuvosa (meses de novembro e fevereiro) apresentaram os maiores valores de riqueza e abundância em relação às coletas feitas durante o período seco (entre os meses de maio e setembro).

Os valores dos parâmetros populacionais verificados durante a atual campanha, a nona (9<sup>a</sup>) da fase de operação do empreendimento, são semelhantes aos valores encontrados nas campanhas do mesmo período hidrológico das fases de pré-instalação e instalação do empreendimento (Tabela 3).

Apesar de não ter ocorrido redução de diversidade logo após seu enchimento, a comunidade de anfíbios e répteis local ainda pode sofrer mudanças devido ao período de latência, tempo entre o início das mudanças na estrutura da paisagem e a mudança na estrutura da comunidade faunística estudada (LIRA *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*; 2018), sendo que alguns impactos são identificados apenas em estudos em longo prazo (PAVAN, 2007; AMORIM *et al.*, 2017).

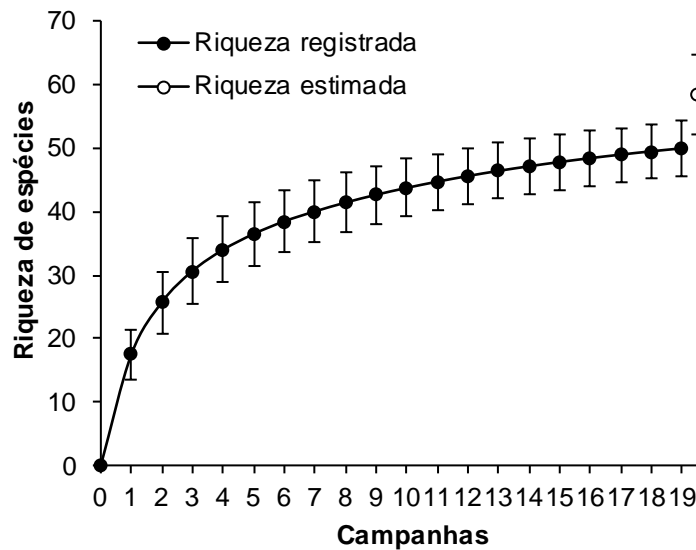
**Tabela 3.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e índice de diversidade de Shannon durante as campanhas de monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

Fase	Campanhas	Riqueza	Abundância	Shannon_H
Pré-instalação	ago-set/16	11	50	1,598
	nov/16	22	305	2,624
Instalação	fev/17	22	262	2,446
	mai/17	13	56	1,881
	ago/17	7	21	1,458
	nov/17	27	276	2,799
	fev/18	20	242	2,502
	mai/18	9	39	1,381
	ago/18	9	46	1,598
Enchimento	nov/18	27	197	2,914
	fev/19	25	150	2,736
	ago/19	5	13	1,044
	fev/20	28	182	2,971
	set/20	11	53	2,104
Operação	fev/21	27	199	2,749
	ago/21	12	73	2,014
	fev/22	30	245	2,974
	ago/22	6	32	1,339
	fev/23	21	107	2,787

#### 2.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha houve o acréscimo de duas espécies, o sapinho-guarda (*Elachistocleis cf. bicolor*) e a serpente dormideira (*Dipsas mikanii*), somando em 50 o número de espécies da herpetofauna registradas no empreendimento.

Ao final da campanha, a curva do coletor calculada pelo método de rarefação mostrou que a riqueza de espécies registradas até o momento (50 espécies) foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife* (58 espécies), entretanto houve diferença significativa entre os valores (Gráfico 6). Este resultado demonstra que o esforço amostral é satisfatório, entretanto ainda é provável que ocorram incrementos da riqueza para o local, principalmente de répteis, pois o número de espécies deste grupo registrada em campo é baixa quando comparada aos dados secundários da região e a outros estudos realizados no bioma (SAWAYA *et al.*, 2008; NOGUEIRA *et al.*, 2011) e no estado (FERREIRA *et al.*, 2017).



**Gráfico 6.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da PCH Verde 4, 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%. Setembro de 2016 a fevereiro de 2023.

### 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, 2022) quanto internacional (IUCN, 2022). Não foi encontrada nenhuma espécie inserida na lista da Cites (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção) (CITES, 2023).

Com relação ao tipo de habitat, existe uma divisão nítida entre as espécies de ambientes abertos (campos limpos, brejos e cerrado sentido restrito) e de ambientes florestados (floresta estacional, savana arbórea densa ou cerradão e matas de galeria) (ÁVILA-PIRES, 1995). Na área de estudo a maioria das espécies encontradas são típicas de áreas abertas ou generalistas com relação ao habitat, com exceção das serpentes dormideira (*Dipsas mikanii*) e jararaca-das-veredas (*Bothrops moojeni*), que apresentam preferência por áreas florestadas (NOGUEIRA *et al.*, 2011).

Foram registradas quatro espécies endêmicas do Bioma Cerrado durante a campanha, sendo elas os anfíbios *Dendropsophus elianeae*, *Physalaemus nattereri*, *Chiasmocleis albopunctata* e o réptil *Bothrops moojeni* (Figura 12) (VALDUJO *et al.*, 2012).



**Figura 12.** Sapo-grilo (*Chiasmocleis albopunctata*), espécie endêmica do Cerrado registrada durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

### 3. AVIFAUNA

#### 3.1. METODOLOGIA

##### 3.1.1. CONTAGEM POR PONTOS

Os registros da avifauna foram obtidos através do método de ponto-escuta (VIELLIARD *et al.*, 2010). Para cada uma das quatro áreas amostrais, foram alocados 10 pontos-escuta, com duração de 10 minutos, e com no mínimo 100 metros de distância entre si (RALPH *et al.*, 1993). A partir deste levantamento foram obtidos dados de abundância total (soma do número de registros entre os pontos amostrados), abundância relativa (AR) (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 13) ocorreram nas primeiras quatro horas da manhã e nas últimas quatro horas antes do sol se pôr, somando-se a isto também foram feitas 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 8x42 mm. Quando possível foram realizados registros fotográficos das espécies

observadas com câmera Nikon D5100 e lente 50-300 mm ou registros sonoros em meio digital através de gravador Zoom H1N. Como auxiliar na identificação das espécies foi consultada literatura pertinente (GWYNNE *et al.*, 2008; SICK, 2001; VAN PERLO, 2009) e base de dados contendo fotos e arquivos sonoros (EBIRD, 2023, PLANQUÉ & VELLINGA, 2023, WIKIAVES, 2023).

### 3.1.2. REGISTRO OPORTUNÍSTICO

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. Além disso, os encontros oportunistas também ocorrem durante o deslocamento de carro para as áreas de estudo em períodos fora do estabelecido nas amostragens, tais encontros foram incluídos também no levantamento das espécies da avifauna, como registros informais.



**Figura 13.** Observações de espécies no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

### 3.1.3. ANÁLISE DE DADOS

Para o cálculo da diversidade de espécies observadas 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). 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.

As espécies de aves foram classificadas em três categorias quanto à sensibilidade a perturbações no hábitat (STOTZ *et al.*, 1996): **(B)** espécies com baixa sensibilidade, **(M)** de média sensibilidade, e **(A)** espécies com alta sensibilidade. Espécies mais sensíveis possuem populações mais 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). Adicionalmente, foram classificadas as espécies endêmicas do Brasil **(E)** e endêmicas do Cerrado **(CE)** (SILVA 1995, 1997; SILVA & SANTOS 2005; PACHECO *et al.*, 2021). As espécies de alta sensibilidade, assim como as espécies endêmicas (BROOKS *et al.*, 1999) podem ser os principais indicadores de mudanças locais do habitat e, portanto, são os principais alvos de monitoramento neste estudo.

A dieta foi classificada conforme literatura recente (TOBIAS *et al.*, 2022): Insetívoros **(I)** aves que possuem pelo menos 60% da dieta formada por insetos ou invertebrados, Onívoros **(O)** aves que particionam sua dieta contendo vários itens alimentares, Frugívoros **(F)** mais de 60% da dieta formada por frutos, Granívoros **(G)** mais de 60% da dieta formada por grãos, Nectarívoros **(N)** possuem pelo menos 60% da dieta baseada em néctar, Detritívoros **(D)** consomem preferencialmente vertebrados mortos ou vivos mais vulneráveis, Herbívoros aquáticos **(HA)** mais de 60% da dieta é formada por plantas aquáticas, Predador aquático **(PA)** pelo menos 60% da dieta é formada por vertebrados e invertebrados de vida aquática; Carnívoros/Vertebrados **(V)** animais que possuem pelo menos 60% formada por vertebrados vivos em geral.

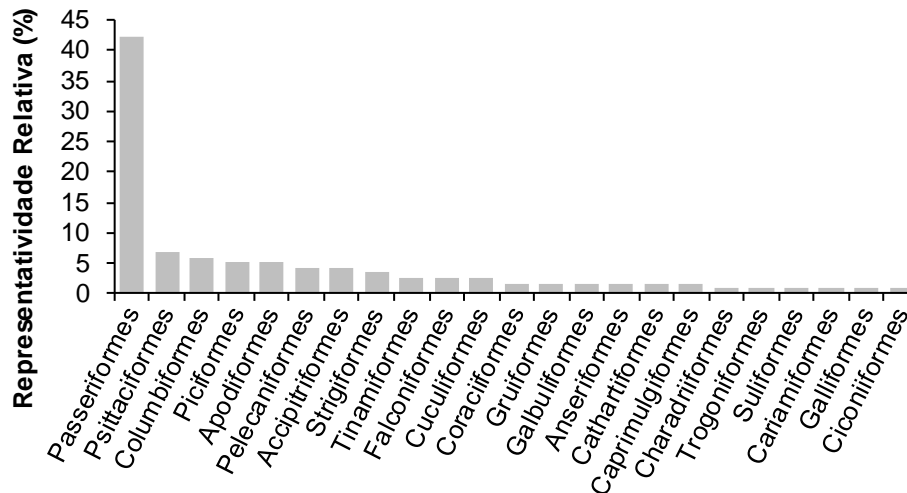
O *status* de ameaça foi obtido segundo dados das listas internacional (IUCN, 2022) e nacional de animais ameaçados de extinção (MMA, 2022). A taxonomia das espécies está de acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021).

### 3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

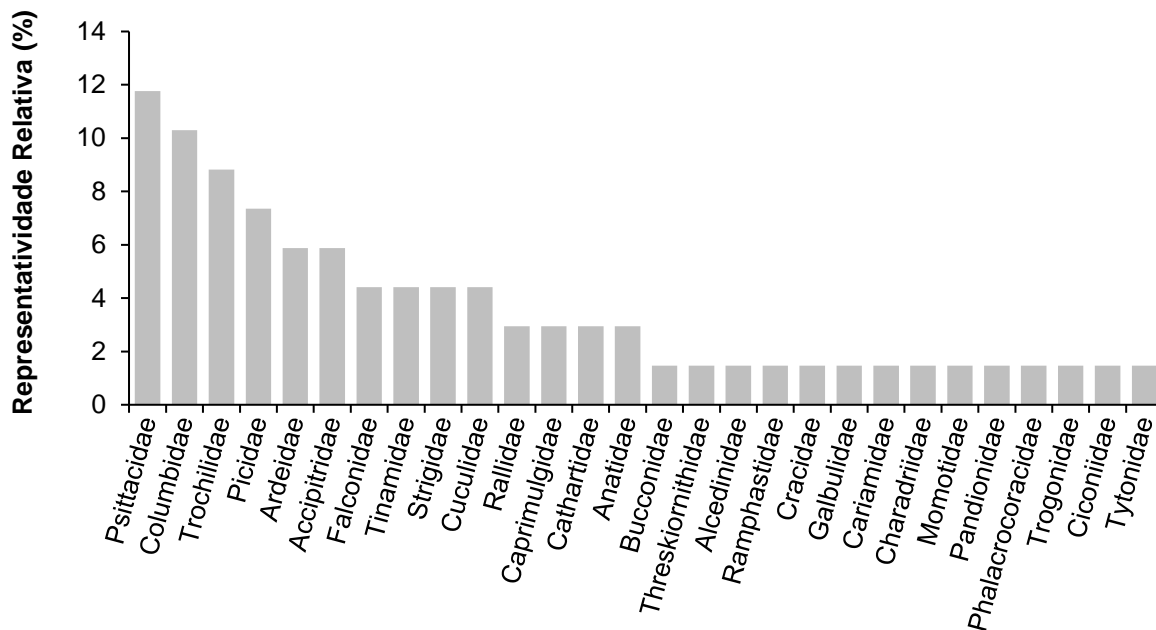
Durante esta campanha de monitoramento da avifauna foram registradas 118 espécies (Tabela 4). Destas, derivam-se 23 ordens, dentre estas a dos Passeriformes é mais representativa (42%, n=50 espécies registradas, Gráfico 7). Das 23 ordens



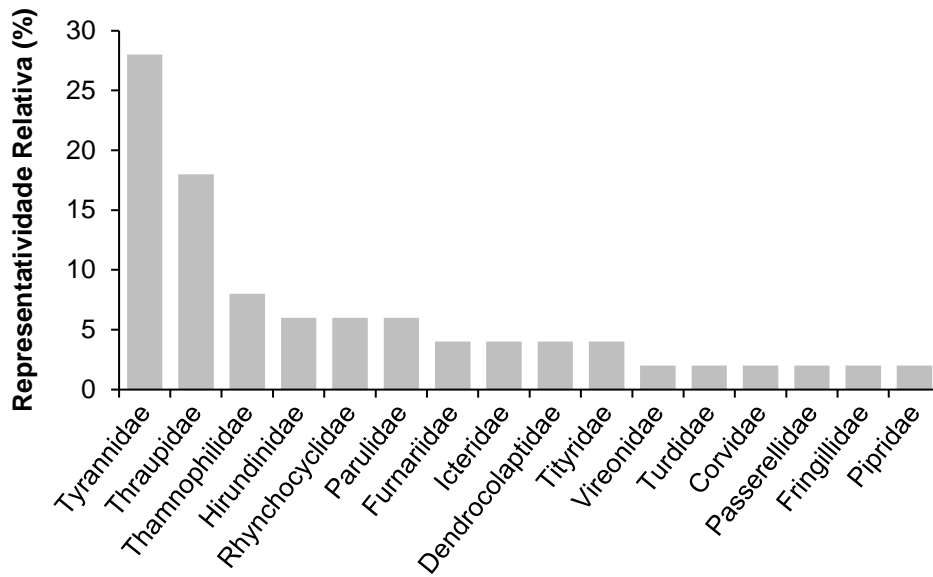
derivam-se 44 famílias, 28 famílias representadas pelas espécies não-passeriformes (57%, n=68 espécies, Gráfico 8) e 16 famílias passeriformes (43%, n=50 espécies, Gráfico 9).



**Gráfico 7.** Representatividade relativa das ordens registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



**Gráfico 8.** Representatividade relativa das famílias de não passeriformes registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



**Gráfico 9.** Representatividade relativa das famílias de passeriformes registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

**Tabela 4.** Lista das espécies de aves registradas na área de influência da PCH Verde 4, Água Clara, MS, durante o monitoramento da avifauna realizado em fevereiro de 2023. **Áreas Amostrais:** **CO** – Controle, **MO** – Montante, **RE** – Reservatório, **JU** – Jusante. **AR** – abundância relativa. **IPA** – índice pontual de abundância. **End** - Endemismo: E – Endêmico do Brasil, CE – Endêmico do Cerrado. **MIG** – Aves Migratórias: **M(N)** – Espécie migratória oriunda do Norte, **M(S)** – Espécie migratória oriunda do Sul, **M(W)** – Espécie migratória oriunda do Oeste, **MP(S)** – Espécie parcialmente migratória oriunda do Sul, **MP(W)** – Espécie parcialmente migratória do Oeste, **NO** – Nômade. **MMA** – Lista nacional de animais ameaçados de extinção (MMA, 2022) e **IUCN** – Lista internacional de animais ameaçados de extinção (IUCN, 2023), **QA** = Quase ameaçado, **VU** = Vulnerável. **SD**: sensibilidade a distúrbios: A – alta, M – média. B – baixa (STOTZ *et al.*, 1996). **D**: Dieta: O – Onívora, HA – Herbívoro aquático, D – Detritívora, I – Insetívora, G – Granívora, PA – Predador aquático, V - Vertebrados, N – Nectarívora, F – Frugívora. **Habitat**: Ca – Campo, Ce – Cerrado, Pa – Pastagem/Plantações, F – Ambiente florestado, Ci – Mata ciliar, Ga – Floresta de galeria, Br – Vereda/Nascente, Aq – Aquático, AA – Área antropizada, Ab – Área de brejo. **CITES**: I – apêndice um, II – apêndice dois, III – apêndice três. Em azul: novos registros para o monitoramento.

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat
		CO	MO	RE	JU										
<b>Tinamiformes</b>															
<b>Tinamidae</b>															
<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	2	4	1		0.010	0.18						B	O	Ce, Ci, F
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó			1		0.001	0.03						B	O	Ci
<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz			1	1	0.003	0.05						B	O	Ce, Pa
<b>Anseriformes</b>															
<b>Anatidae</b>															
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê				1	0.001	0.03	NO					B	O	Aq
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-ananaí	1				0.001	0.03						B	O	Aq, Br, Ci
<b>Galliformes</b>															
<b>Cracidae</b>															
<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho			3		0.004	0.08		CR	VU			M	O	Ci
<b>Columbiformes</b>															
<b>Columbidae</b>															
<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca	7	8	17	4	0.053	0.9	NO					M	O	Br, F, Pa, Ce, Ci, Ab
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	1	2	1		0.006	0.10						M	F	Br, F, Ce, Ci
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	1	5	7	3	0.024	0.40						B	G	Ci, F, Ce
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca			1		0.001	0.03						B	G	Br, F
<i>Zenaida auriculata</i>	avoante				1	0.001	0.03	NO					B	G	Ci, Pa, Ce
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	8	7			0.022	0.38						B	G	Pa, Ca, Ce, F
<i>Columbina squammata</i>	rolinha-fogo-apagou	6	11	7	8	0.047	0.80						B	G	Br, Pa, Ca, Ce
<b>Cuculiformes</b>															
<b>Cuculidae</b>															

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat	
		CO	MO	RE	JU											
<i>Guira guira</i>	anu-branco				2	0.003	0.05						B	O	Pa, Ce, F	
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	10	3		3	0.024	0.4						B	O	Ab, Pa, Ce	
<i>Playa cayana</i>	alma-de-gato				3	0.004	0.08						B	I	Ci	
<b>Caprimulgiformes</b>																
<b>Caprimulgidae</b>																
<i>Nyctidromus albicollis</i>	bacurau	2			1	2	0.007	0.125					B	I	Pa	
<i>Hydropsalis parvula</i>	bacurau-chintã	1					0.001	0.03		MP(S)			B	I	F	
<b>Apodiformes</b>																
<b>Trochilidae</b>																
<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado	2					0.003	0.05					II	B	N	F, Ci
<i>Polytmus guainumbi</i>	beija-flor-de-bico-curvo					1	0.001	0.03					II	M	N	Ab
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	beija-flor-de-veste-preta	1	1				0.003	0.05					II	B	N	Ci, Ce
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	2					0.003	0.05					II	B	N	Br, F, Ce, Ci
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura				1	1	0.003	0.05					II	B	N	Br, F, Ce, Ci
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	1			2		0.004	0.08					II	M	N	Br, F, Ce, AA, Ci
<b>Gruiformes</b>																
<b>Rallidae</b>																
<i>Mustelirallus albicollis</i>	sanã-carijó	1	1			2	0.006	0.10					M	PA	Ab	
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes		2				0.003	0.05					A	PA	Ci	
<b>Charadriiformes</b>																
<b>Charadriidae</b>																
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero					2	0.003	0.05					B	O	Pa, Ab, AA	
<b>Ciconiiformes</b>																
<b>Ciconiidae</b>																
<i>Jabiru mycteria</i>	tuiuiú	1					0.001	0.025		M(W)			I	M	PA	Ab
<b>Suliformes</b>																
<b>Phalacrocoracidae</b>																
<i>Nannopterum brasilianus</i>	biguá		10			16	0.038	0.65		NO			B	PA	Aq, Br, Ci	
<b>Pelecaniformes</b>																
<b>Ardeidae</b>																

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat	
		CO	MO	RE	JU											
<i>Butorides striata</i>	socozinho		1			0.001	0.03						B	PA	Ci	
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura				1	0.001	0.03						B	PA	Aq	
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	2		1		0.004	0.08						M	O	Br, Aq, Ci, Pa	
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena			1		0.001	0.03						B	PA	Aq	
<b>Threskiornithidae</b>																
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	1			1	0.003	0.05						B	O	Ci, Pa, Ce	
<b>Cathartiformes</b>																
<b>Cathartidae</b>																
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto				1	0.001	0.025						B	D	Br, Pa	
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha			1	3	0.006	0.10						B	D	Br, Pa, Ce, F, Ci	
<b>Accipitriformes</b>																
<b>Pandionidae</b>																
<i>Pandion haliaetus</i>	águia-pescadora			1		0.001	0.03						II	M	PA	Aq
<b>Accipitridae</b>																
<i>Geranospiza caerulescens</i>	gavião-pernilongo				1	0.001	0.03						II	M	V	Ab
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo				1	0.001	0.03						II	B	V	Pa
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	1	1			0.003	0.05						II	B	V	Br, F, Ce, Pa
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-rabo-branco	1				0.001	0.03						II	B	V	Pa
<b>Strigiformes</b>																
<b>Tytonidae</b>																
<i>Tyto furcata</i>	suindara			1		0.001	0.03						II	B	V	Pa
<b>Strigidae</b>																
<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato		1			0.001	0.03						II	B	I	Pa
<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburé	4				0.006	0.10						II	B	I	Ce
<i>Athene cucularia</i>	coruja-buraqueira	2		4	1	0.010	0.175						II	M	V	Pa, Ce
<b>Trogoniformes</b>																
<b>Trogonidae</b>																
<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha		1			0.001	0.03						M	I	Ci	
<b>Coraciiformes</b>																
<b>Momotidae</b>																

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat
		CO	MO	RE	JU										
<i>Momotus momota</i>	udu-de-coroa-azul	3	1	5	1	0.015	0.25					M	O	Ci, F	
<b>Alcedinidae</b>															
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	1		1	1	0.004	0.075					B	PA	Br, Ab, Ci	
<b>Galbuliformes</b>															
<b>Galbulidae</b>															
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	7		5		0.018	0.3					B	I	Ce, Ci, F	
<b>Bucconidae</b>															
<i>Nystalus striatipectus</i>	rapazinho-do-chaco		2			0.003	0.05					M	I	Ce	
<b>Piciformes</b>															
<b>Ramphastidae</b>															
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	4	4	1		0.013	0.23				II	M	F	Pa, Ce, F, Ci, Br	
<b>Picidae</b>															
<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	1				0.001	0.03					B	I	Ci	
<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno		3			0.004	0.075					B	I	Ci, F	
<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho	2				0.003	0.05					M	I	F	
<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-de-banda-branca		1			0.001	0.025					B	I	Pa, F	
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo				1	0.001	0.025					B	I	Ab, Pa, Ce	
<b>Cariamiformes</b>															
<b>Cariamidae</b>															
<i>Cariama cristata</i>	seriema		2	4	2	0.012	0.20					M	I	Ce, Pa	
<b>Falconiformes</b>															
<b>Falconidae</b>															
<i>Caracara plancus</i>	carcará	12			1	0.019	0.325				II	B	O	Br, Ce, Pa, Ca, Ci, Ab, F	
<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro			3		0.004	0.08				II	B	O	Pa	
<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	1				0.001	0.03				II	B	V	Pa	
<b>Psittaciformes</b>															
<b>Psittacidae</b>															
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	3	8	2	6	0.028	0.475				II	M	O	Br, Pa, Ce	
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego		1	8	1	0.015	0.25	CE			QA	II	M	F	F, Pa, Ce, Br
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	10	2	10	2	0.036	0.6				QA	II	M	F	Br, Ci, Pa, Ce, F



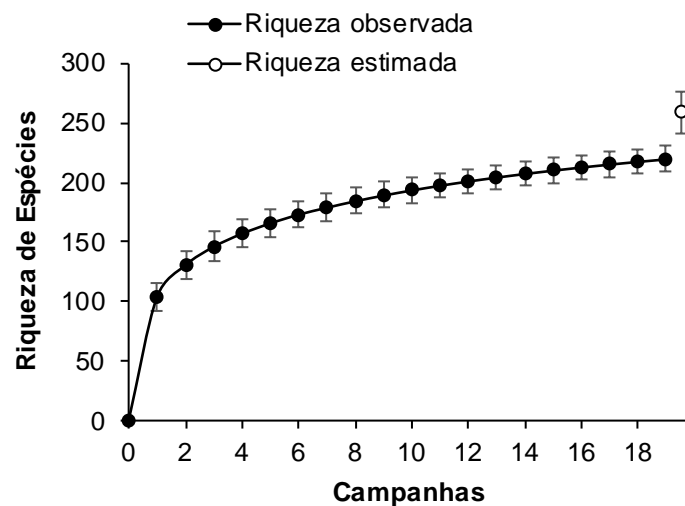
Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat
		CO	MO	RE	JU										
<i>Amazona amazonica</i>	curica	2				0.003	0.05					II	M	F	Ci
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	2	2	2	1	0.010	0.175					II	M	O	Br, Ce, Pa, Ci, Ab, F
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	18	2		7	0.040	0.675					II	M	O	Br, Pa, Ci, F
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena		6		19	0.037	0.625					II	M	O	AA, F, Pa
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão		1			0.001	0.025					II	B	O	Pa
<b>Passeriformes</b>															
<b>Thamnophilidae</b>															
<i>Herpilochmus longirostris</i>	chorozinho-de-bico-comprido	3	7	9	5	0.036	0.6	CE					M	I	F, Ci, Pa
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	3	3	2	2	0.015	0.25						B	I	Ci, F, Ce
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto	3	6	2	1	0.018	0.3	E					A	I	Ci
<i>Taraba major</i>	choró-boi	1				0.001	0.025						B	I	Ci
<b>Dendrocolaptidae</b>															
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	1	1	1		0.004	0.08						M	I	Ce, F
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado		1		1	0.003	0.05						M	I	Ce, Ci, F
<b>Furnariidae</b>															
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro				1	0.001	0.03						B	I	Pa, Ce
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita			2		0.003	0.05						B	I	
<b>Pipridae</b>															
<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho	3				0.004	0.08	CE					M	F	F
<b>Tityridae</b>															
<i>Tityra cayana</i>	anambé-branco-de-rabo-preto		1			0.001	0.03						M	F	F
<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra			2		0.003	0.05						M	F	F
<b>Rhynchocyclidae</b>															
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	1		1		0.003	0.05						M	I	Ci, F
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro	1	1			0.003	0.05						M	I	Ce, Ci, F
<b>Tyrannidae</b>															
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	1				0.001	0.025						B	I	Ce, Ci, F
<i>Myiopagis gaimardii</i>	maria-pechim	5	1			0.009	0.15						M	I	Ci
<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-crista-alaranjada	2		2		0.006	0.1	MP(S)					M	I	Ci, F
<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	1				0.001	0.025						B	I	F

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat	
		CO	MO	RE	JU											
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	3		1	2	0.009	0.15								Ce, Ci, F	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	1				0.001	0.025								Ci	
<i>Casiornis rufus</i>	maria-ferrugem	2				0.003	0.05								Ce, Ci	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	5	5	4	9	0.034	0.575								Ab, Br, Ce, AA, Ci, Pa, F	
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro				2	0.003	0.05								Pa	
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado		4	1		0.007	0.125		MP(S)						F, Ci	
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	3	5	2	2	0.018	0.3								Ci, F	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	10		2		0.018	0.3		MP(S)						Ci, F	
<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca	1				0.001	0.025								F	
<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca	1			1	0.003	0.05								Pa	
<i>Nengetus cinereus</i>	primavera				1	0.001	0.025								AA	
<b>Vireonidae</b>																
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	6	7	2	1	0.024	0.40								Br, F, Ci, Pa, Ce	
<b>Corvidae</b>																
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo				1	0.001	0.025	CE					M	O	Pa, F	
<b>Hirundinidae</b>																
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora				2	0.003	0.05		MP(S)						Br, Ci, AA, Pa, F, Ce	
<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo		1			0.001	0.025		MP(S)						Pa	
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande		1			0.001	0.025		MP(S)						Pa	
<b>Turdidae</b>																
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	3	3	3		0.047	0.225							B	F	Br, Ci, Ce, F
<b>Fringillidae</b>																
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	2	8	1	1	0.018	0.3							B	F	Br, Ci
<b>Passerellidae</b>																
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	1	4		5	0.015	0.25							B	G	Pa
<b>Icteridae</b>																
<i>Leistes superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul				1	0.001	0.03		MP(S)					B	I	Pa
<i>Gnorimopsar chopi</i>	passaro-preto		3			0.004	0.08							B	O	Pa, AA
<b>Parulidae</b>																
<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita	5				0.007	0.13							M	I	Ci, F

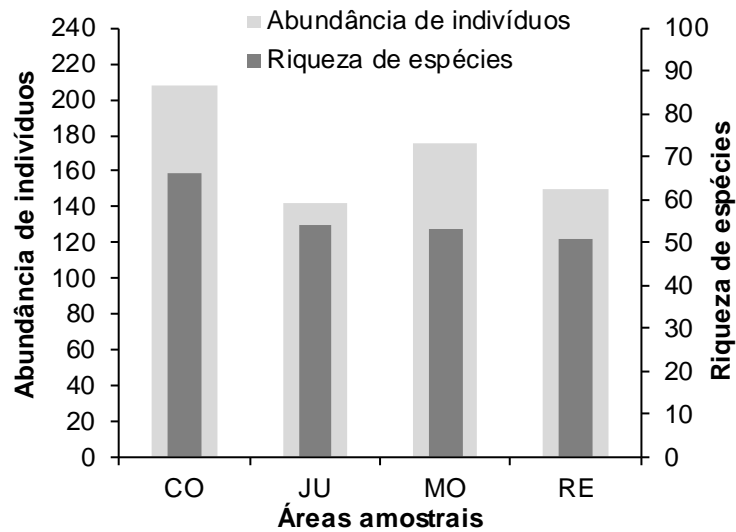
Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas amostrais				AR	IPA	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat
		CO	MO	RE	JU										
<i>Myiothlypis flaveola</i>	canário-do-mato	3	1	4		0.012	0.2						M	I	Br, Ci, Ce, F
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	4	1	3	1	0.013	0.225						B	I	F
<b>Thraupidae</b>															
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha		1	6		0.010	0.175			NO			B	F	F
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	1	2			0.004	0.075						B	F	Ce, F
<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro				1	0.001	0.025	CE					M	G	Pa, Ca, Ce
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	2	8			0.015	0.25			NO			B	G	Ce, Pa
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	tico-tico-rei	2		2	1	0.007	0.125						B	O	Ce, Pa, F
<i>Sporophila angolensis</i>	curió			1	1	0.003	0.05						B	G	Ab
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra		3		2	0.007	0.125						B	G	Br, Ci, Pa, Ca
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzento			1		0.001	0.025						B	O	Br, F, Pa, Ci, Ce
<i>Stilpnia cayana</i>	saíra-amarela	4	5			0.013	0.225						M	F	Br, F, Ce, Ci

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=220) foi menor do que a riqueza de espécies estimadas pelo método *Jackknife 1* (n=259). Nesta última campanha foram adicionados sete novos registros ao monitoramento, o beija-flor-de-bico-curvo (*Polytmus guainumbi*), águia-pescadora (*Pandion haliaetus*), gavião-pernilongo (*Geranospiza caerulescens*), rapazinho-do-chaco (*Nystalus striatipectus*), curica (*Amazona amazonica*), bichoita (*Schoeniophylax phryganophilus*), e o irré (*Myiarchus swainsoni*). 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.

Das áreas amostrais, a área controle (CO) obteve a maior riqueza de espécies nesta campanha, com 66 espécies registradas e abundância de 208 indivíduos. Em seguida vem a área da jusante do reservatório (JU) com 54 espécies e 142 indivíduos, logo após a área montante do reservatório (MO) com 53 espécies e 176 indivíduos e por fim aparece a área do reservatório (RE) com 51 espécies e abundância de 150 indivíduos (Gráfico 11).



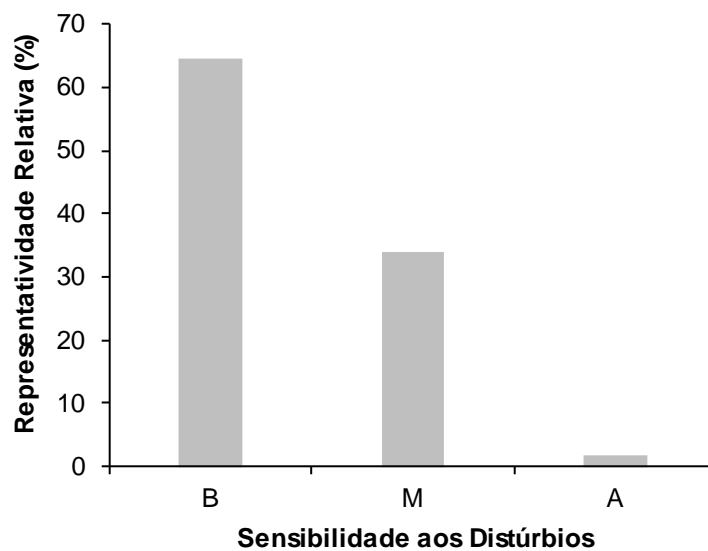
**Gráfico 10.** Curva de acúmulo de espécies registradas até o momento no monitoramento da avifauna em fevereiro de 2023, PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de *Mao Tao* e riqueza estimada pelo método de *Jackknife*. As barras representam o intervalo de confiança de 95%.



**Gráfico 11.** Riqueza de espécies e abundância de indivíduos registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

O Gráfico 12 apresenta a sensibilidade aos distúrbios dos habitats das espécies registradas. Os indivíduos com baixa sensibilidade aos distúrbios foram os mais representativos (64%, n=76 espécies) (Figura 14), seguidos das espécies com média sensibilidade (34%, n=40 espécies) e alta sensibilidade (2%, n=2 espécies). 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 13, a maioria das espécies registradas (56%, n=66 espécies) habitam ambientes florestados, 43% (n=51) vivem em pastagens, 39% (n=46) em matas ciliares, 21% (n=25) se abrigam em áreas de brejo, 14% (n=16) Cerrado, 7% (n=8) em ambientes aquáticos. Lembrando que uma mesma espécie pode usufruir de vários ambientes concomitantemente.

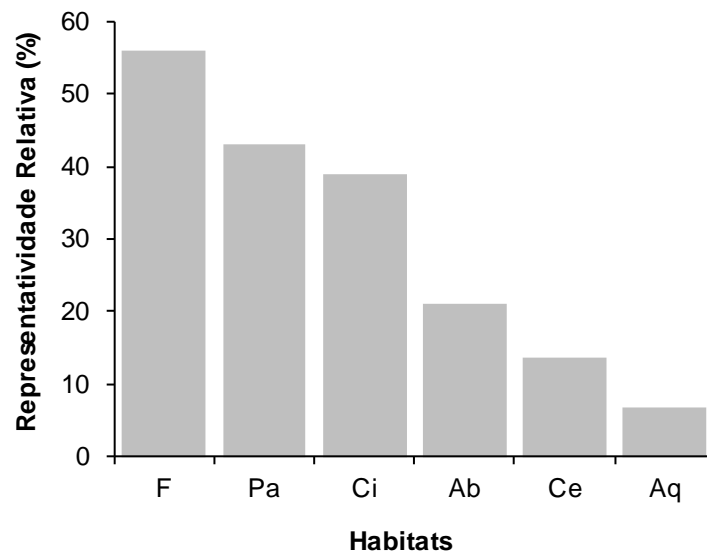


**Gráfico 12.** Representatividade relativa das espécies registradas em relação a sua sensibilidade aos distúrbios do habitat no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Sensibilidade: A – alta, M – média, B – baixa. Fevereiro de 2023.



**Figura 14.** Exemplo de espécie com média sensibilidade aos distúrbios antrópicos em seu habitat. Sanã-carijó (*Mustelirallus albicollis*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.





**Gráfico 13.** Representatividade relativa de espécies de acordo com o habitat registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Habitat: F - ambientes florestados, Pa - pastagens cultivadas, Ci - matas ciliares, Ab – áreas de brejo, Ce – Cerrado, Aq – ambientes aquáticos. Fevereiro de 2023.

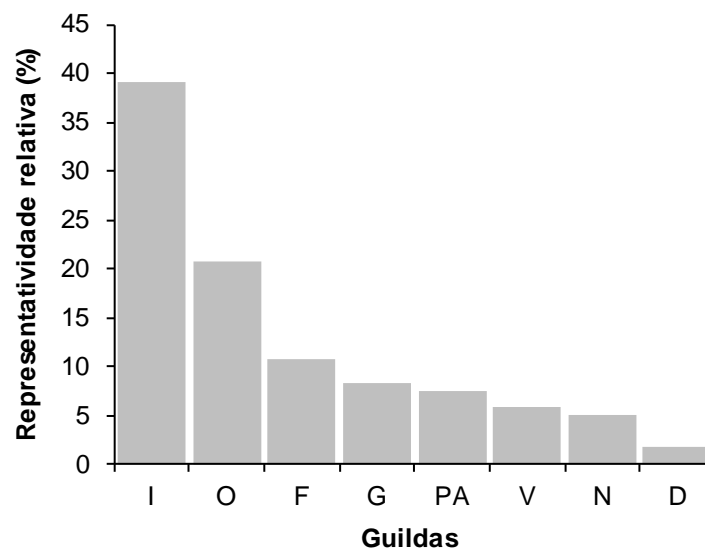
Os registros de espécies da avifauna mostram que a maioria (39%, n=46 espécies) pertencem à categoria alimentar dos insetívoros (Figura 15), 21% (n=25) onívoros, 11% (n=13) frugívoros, 8% (n=10) granívoros, 7% (n=9) predadores aquáticos, 6% (n=7) carnívoros que se alimentam de vertebrados, 5% (n=6) nectarívoros e 2% (n=2) detritívoros, evidenciando que por se tratar de uma região neotropical, a guilda dos insetívoros e dos onívoros ocupam a maior representatividade relativa entre as espécies registradas (Gráfico 14). 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.



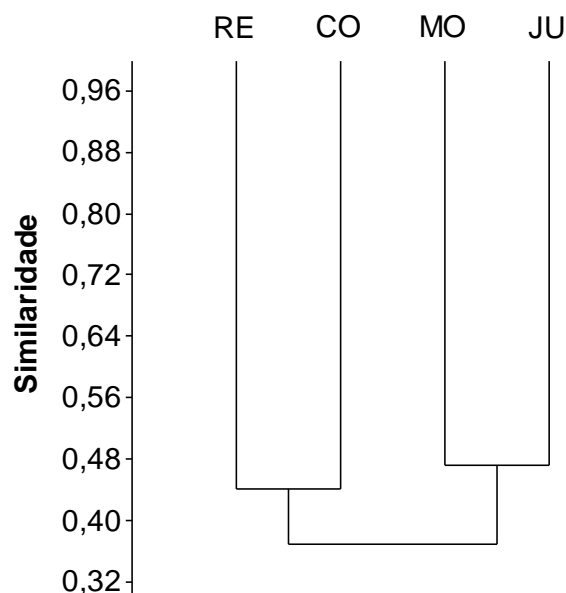
**Figura 15.** Exemplo de espécie insetívora. Ariramba-de-cauda-ruiva (*Galbula ruficauda*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



**Gráfico 14.** Representatividade relativa de espécies de acordo com a dieta registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Guildas: I – insetívoros, O – onívoros, F – frugívoros, G – granívoros, PA – predadores aquáticos, V – vertebrados, N – nectarívoros, D – detritívoros. Fevereiro de 2023.

O dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-Curtis* elaborado pelo método UPGMA está demonstrado no Gráfico 15, onde a área do reservatório (RE) e a área controle (CO) são mais similares entre si em relação a composição de espécies, e logo após aparece uma similaridade entre a área a montante do reservatório (MO) e a área da jusante do reservatório (JU).

O cálculo do índice de diversidade de *Shannon-Wiener* mostra similaridade na diversidade de espécies entre as áreas amostradas, obtidas através dos métodos de transectos e ponto-escuta (Tabela 5).



**Gráfico 15.** Dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-Curtis* elaborado pelo método UPGMA (Coeficiente Cofenético=0,7402) das espécies registradas no monitoramento da avifauna, PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

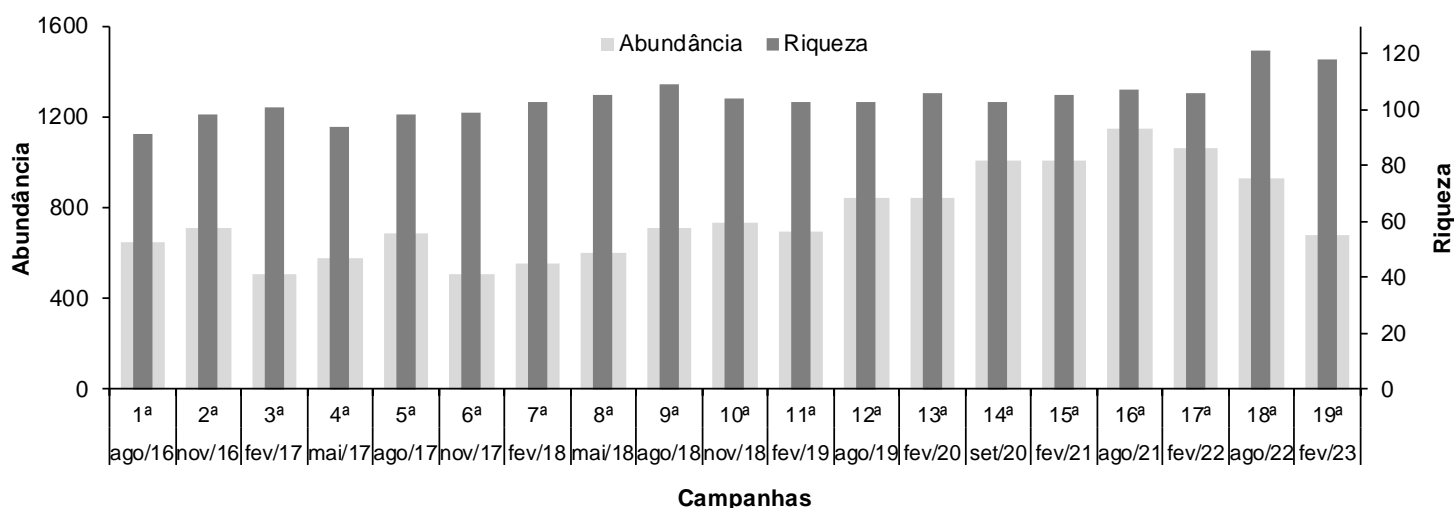
**Tabela 5.** Riqueza (R), Abundância (N) e Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* (*H'*) das espécies registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

	JU	RE	MO	CO
<b>Riqueza de espécies</b>	54	51	53	66
<b>Abundância de indivíduos</b>	142	150	176	208
<b>Índice de Shannon-Wiener (<i>H'</i>)</b>	3,482	3,564	3,673	3,823

### 3.2.1. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Foram realizadas até o presente momento 19 campanhas de monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, compreendendo o período de agosto de 2016 a fevereiro de 2023. No total foram registradas 220 espécies de aves para o local (Anexo II). Os valores de riqueza e abundância registrados variaram ao longo das campanhas de

monitoramento (Gráfico 16, Tabela 6). As campanhas de fevereiro de 2016 até fevereiro de 2023 tiveram poucas variações de riqueza e diversidade, os índices de diversidade de *Shannon* foram similares também (Tabela 6).



**Gráfico 16.** Abundância de indivíduos e riqueza de espécies registradas durante as campanhas de monitoramento da avifauna, na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

**Tabela 6.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e índice de diversidade de *Shannon* durante as campanhas de monitoramento de avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

Campanha	R	N	H'
ago/16	91	650	4,096
nov/16	98	712	4,120
fev/17	101	505	4,267
mai/17	94	578	4,137
ago/17	98	688	4,203
nov/17	99	507	4,266
fev/18	103	550	4,213
mai/18	105	596	4,220
ago/18	109	712	4,280
nov/18	104	735	4,246
fev/19	103	690	4,279
ago/19	103	841	4,116
fev/20	106	843	4,238

Campanha	R	N	H'
set/20	103	1004	4,131
fev/21	105	1006	4,202
ago/21	107	1149	4,219
fev/22	106	1065	4,185
ago/22	121	947	4,261
fev/23	118	676	4,193

### 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.

Uma espécie registrada nesta campanha está listada como vulnerável a extinção (VU), de acordo com a IUCN (2022) O mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*) é uma espécie que sofre com o desmatamento e a pressão de caça, fazendo com que sua população possa ter um rápido declínio em no máximo três gerações.

O papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*, endêmico do Cerrado) e o papagaio (*Amazona aestiva*) possuem *status* de Quase Ameaçados de Extinção segundo a IUCN. A captura para o comércio ilegal e a redução dos cerrados e cerradões são as principais causas de declínio populacional para ambas as espécies.

No Apêndice I temos o tuiuiú (*Jabiru mycteria*) (CITES, 2023). Este Apêndice I inclui a maioria das espécies ameaçadas de extinção, e espécies cujo comércio somente será permitido em circunstâncias excepcionais de modo que sua comercialização somente poderá ser autorizada pela Autoridade Administrativa mediante concessão de Licença ou Certificado.

As espécies como o rabo-branco-acanelado (*Phaethornis pretrei*), beija-flor-de-bico-curvo (*Polytmus guainumbi*), beija-flor-de-veste-preta (*Anthracothorax nigricollis*), besourinho-de-bico-vermelho (*Chlorostilbon lucidus*), beija-flor-tesoura (*Eupetomena macroura*), beija-flor-dourado (*Hylocharis chrysura*), águia-pescadora (*Pandion haliaetus*) (Figura 16), gavião-pernilongo (*Geranoospiza caerulescens*), gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*), gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), gavião-de-rabo-branco (*Geranoaetus albicaudatus*), suindara (*Tyto furcata*), corujinha-do-mato (*Megascops choliba*), caburé (*Glaucidium brasilianum*), coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), tucanuçu (*Ramphastos toco*), carcará (*Caracara plancus*), carrapateiro

(*Milvago chimachima*), falcão-de-coleira (*Falco femoralis*), periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*), curica (*Amazona amazonica*), periquito-rei (*Eupsittula aurea*), arara-canindé (*Ara ararauna*), maracanã-pequena (*Diopsittaca nobilis*), e periquitão (*Psittacara leucophthalmus*) constam no anexo II da CITES (CITES, 2023), 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 16.** Suindara (*Tyto furcata*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

Foram registradas duas espécies com alta sensibilidade aos distúrbios antrópicos nesta campanha: a saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*), e a choca-do-planalto (*Thamnophilus pelzelni*). Estas espécies merecem receber atenção especial em futuras campanhas de monitoramentos da avifauna por responderem negativamente a ambientes alterados.

Os endêmicos registrados durante esta última campanha foram o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), chorozinho-de-bico-comprido (*Herpsilochmus longirostris*), soldadinho (*Antilophia galeata*), gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*) e o batuqueiro (*Saltatricula atricollis*). Registros destas espécies são sempre importantes, uma vez que estes indivíduos habitam exclusivamente os limites do Cerrado e seu



ecótono. Adicionalmente, foi registrado a choca-do-planalto (*Thamnophilus pelzelni*), espécie endêmica do Brasil. Esforços futuros no monitoramento darão atenção especial para saber se estas espécies continuarão a ser registradas e se novos registros de espécies endêmicas surgirão.

## 4. MASTOFAUNA

### 4.1. METODOLOGIA

#### 4.1.1. COLETAS DE DADOS

Durante a 19ª campanha de campo, foram utilizados três métodos de procura para o levantamento das espécies da mastofauna não-voadora na região da PCH Verde 4:

**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 17).

**Armadilhas *Live trap*:** para animais de pequeno porte foram utilizadas 10 armadilhas do tipo Sherman e 10 do tipo Tomahawk ou gaiola (Figura 18) (SILVA, 2001), dispostas alternadamente numa distância aproximada de 20 m, sendo 20 armadilhas por noite por área amostral, totalizando 80 armadilhas-noite por campanha. Adicionalmente, em cada área amostral foram colocados três conjuntos de armadilha de interceptação e queda do tipo *pitfall* em “Y” (Figura 17), 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 17.** (A) Armadilha fotográfica (*camera trap*); (B) Armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.



**Figura 18.** (A) Armadilha do tipo *Tomahawk*; (B) Armadilha do tipo *Sherman* para pequenos mamíferos, utilizadas durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

#### 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. 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 curvas de rarefação. Também foi feita a comparação entre as áreas amostrais através do cálculo do coeficiente de similaridade de *Dice*, utilizando-se como método de agrupamento o UPGMA (MAGURRAN, 2004).

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) e a lista atualizada divulgada pela Sociedade Brasileira de Mastozoologia (ABREU *et al.*, 2022).

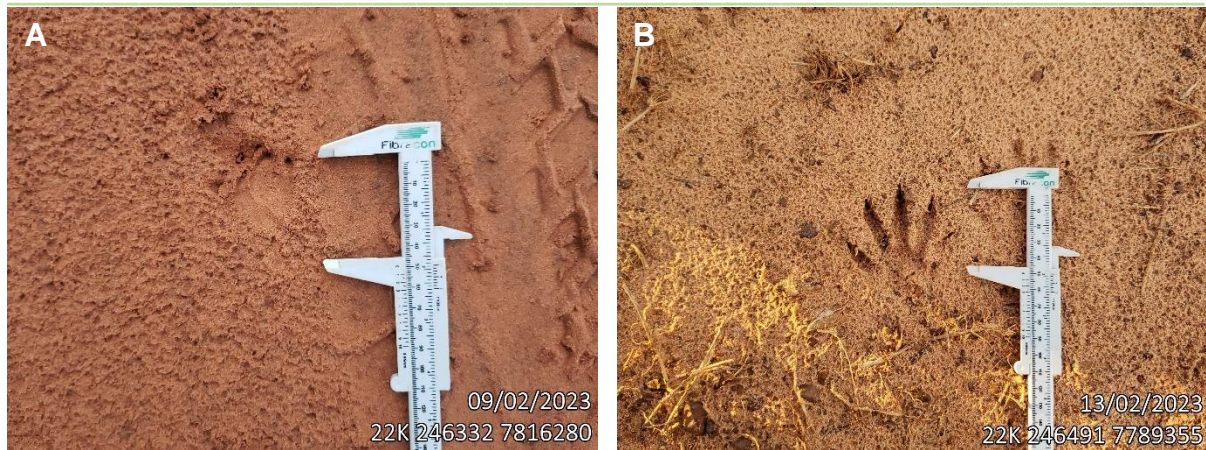
## 4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.2.1. REGISTROS DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Foram encontradas 22 espécies de mamíferos não-voadores, distribuídas em oito ordens e 16 famílias. Dentre os tipos de amostragem, a procura visual foi o método mais eficiente, o qual registrou 11 espécies (aproximadamente 50% do total; Figura 19). Cinco espécies foram detectadas por mais de um método de busca (Tabela 7), como o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) e o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), registrados por vestígios e por armadilha fotográfica (*camera trap*) (Figura 20). Das 22 espécies registradas neste monitoramento, seis (aproximadamente 27%) estão classificadas em alguma categoria de ameaça devido à alta sensibilidade à impactos antrópicos diretos e indiretos, como perda de habitat e caça (IUCN, 2022; MMA, 2022).

A abundância total de mamíferos foi de 98 indivíduos, sendo a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e o cateto (*Dicotyles tajacu*), os mamíferos mais abundantes (23 e 21 indivíduos respectivamente), seguido pelo queixada (*Tayassu pecari*, 10 indivíduos), macaco-prego (*Sapajus cay*, sete indivíduos), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*, cinco indivíduos), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*, cinco indivíduos), anta (*Tapirus terrestris*, quatro indivíduos), gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*, três indivíduos), paca (*Cuniculus paca*, dois indivíduos), cutia (*Dasyprocta azarae*, dois indivíduos), catita (*Marmosa murina*, dois indivíduos), veado-catingueiro (*Subulo gouazoubira*, dois indivíduos), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, dois indivíduos) e o tatu-canastra (*Priodontes maximus*, dois indivíduos). As demais espécies de mamíferos não-voadores foram representadas por um indivíduo apenas (Tabela 7).





**Figura 19.** (A) Vestígio (pegada) de tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*); (B) Vestígio (pegada) de mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), espécies registradas apenas por vestígios durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

**Tabela 7.** Lista das espécies de mamíferos terrestres registrados na 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, 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; SA=semiaquático. **Dieta:** Fr=frugívoro; Hb=herbívoro pastador; In=insetívoro; Myr=mirmecófago; On=onívoro; Ca=carnívoro; Se=predador de semente. **Tipo de Registro:** A=avistamento; Cpit=captura por *Pitfall*, Cshe=captura por *Sherman*, Ctom=captura por *Tomahawk*; CT=camera trap; Vf=vestígio de fezes, Vp=vestígio de pegadas, Vt=vestígio de tocas e abrigos. **Status da espécie:** DD=dados insuficientes; NT=quase ameaçada; VU=vulnerável. DD<sup>1</sup>:IUCN; NT<sup>1</sup>:IUCN; VU<sup>1</sup>: IUCN; VU<sup>2</sup>: MMA. Fevereiro de 2023.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas				Dieta	Hábito	Registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>									
<b>Didelphidae</b>									
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca		1	1	1	Fr/On	Sc	Cshe,CT,Ctom	
<i>Gracilinanus agilis</i>	cuíca			1		In/On	Ar	Cshe	
<i>Marmosa murina</i>	catita			1	1	In/On	Sc	Cshe	
<b>CINGULATA</b>									
<b>Chlamyphoridae</b>									
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba				1	In/On	SF	Vp	
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	1			1	Myr	SF	Vt	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Dasypodidae</b>									
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha		1	3	1	In/On	SF	CT,Vp,Vt	
<b>PILOSA</b>									
<b>Myrmecophagidae</b>									
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	1			1	Myr	Te	A,Vp	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>PRIMATES</b>									
<b>Cebidae</b>									
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego	7				Fr/On	Ar	A	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>CARNIVORA</b>									
<b>Canidae</b>									
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	2	1	1	1	In/On	Te	CT,Vp	
<b>Felidae</b>									
<i>Puma concolor</i>	onça-parda		1			Ca	Te	A	
<b>Mustelidae</b>									

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas				Dieta	Hábito	Registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<i>Eira barbara</i>	irara				1	Fr/On	Te	Vp	
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra			1		Ps	SA	A	NT <sup>1</sup>
<b>Procyonidae</b>									
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	1				Fr/On	Sc	Vp	
<b>PERISSODACTYLA</b>									
<b>Tapiriidae</b>									
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	1	1	1	1	Hb/Fr	Te	Vf,Vp	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>CETARTIODACTYLA</b>									
<b>Cervidae</b>									
<i>Subulo gouazoubira</i>	veado-catingueiro		1	1		Fr/Hb	Te	Vp	
<b>Tayassuidae</b>									
<i>Dicotyles tajacu</i>	cateto		11	9	1	Fr/Hb	Te	A,CT,Vp	
<i>Tayassu pecari</i>	queixada			10		Fr/Hb	Te	A	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>RODENTIA</b>									
<b>Caviidae</b>									
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	1	11	1	10	Hb	SA	A,Vf,Vp	
<b>Cricetidae</b>									
<i>Oecomys sp.</i>	rato-da-árvore			1		Fr/Se	Ar	Cshe	
<i>Oligoryzomys sp.</i>	rato-do-mato				1	Fr/Gr	Sc	Cpit	
<b>Cuniculidae</b>									
<i>Cuniculus paca</i>	paca			1	1	Fr/Hb	Te	CT	
<b>Dasyproctidae</b>									
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia		1		1	Fr/Gr	Te	Vp	DD <sup>1</sup>



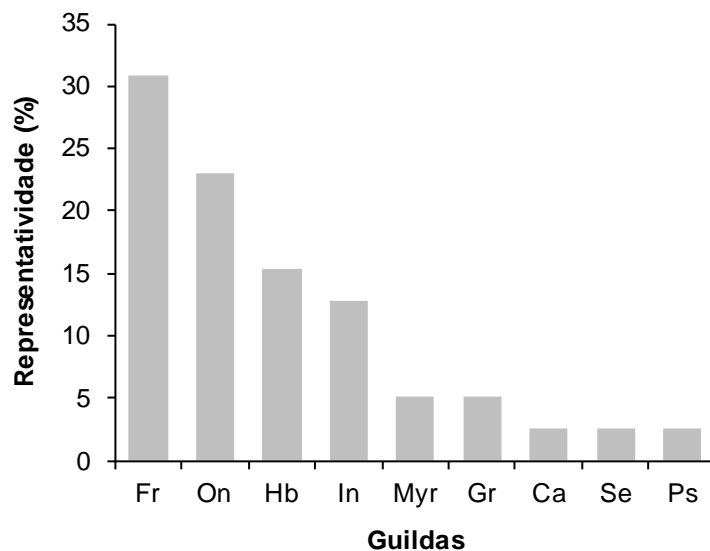


**Figura 20.** (A) Vestígio (pegada) de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*); (B) Tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), mamíferos registrados por vestígio e armadilha fotográfica durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

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 desempenham em seu habitat (e.g. dispersão de sementes), 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 4 durante o monitoramento da mastofauna não-voadora estão representadas por: frugívoros (30%), onívoros (23%), herbívoros (15%), insetívoros (12%), mirmecófagos (5%), granívoros (5%), carnívoros (2%), predadores de sementes (2%) e piscívoros (2%) (Gráfico 17), sendo que algumas espécies apresentam sobreposição de guildas. 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 na recuperação de áreas degradadas como importantes dispersores de sementes (HOWE, 1984). Já os onívoros, por serem organismos generalistas em seus hábitos alimentares, adaptam-se mais facilmente aos ambientes com forte pressão antrópica

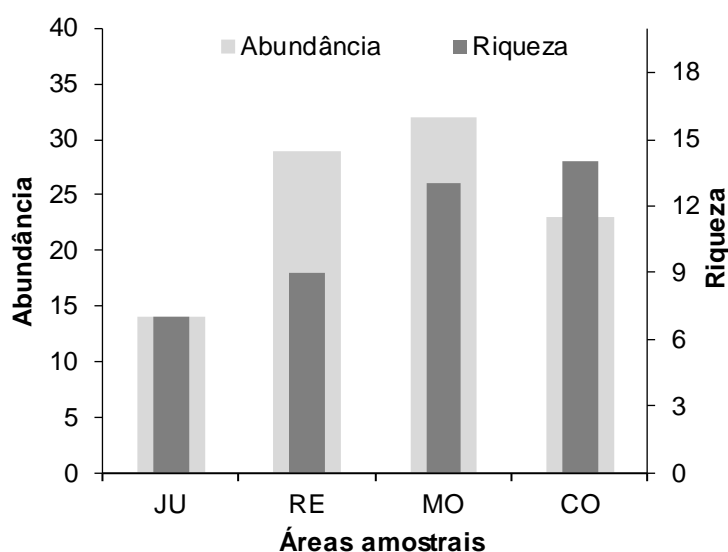
e, conseqüentemente, ocupam também áreas não naturais onde interagem de forma nem sempre harmoniosa com os seres humanos.



**Gráfico 17.** Representação do percentual das Guildas registradas na 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Guildas: Fr – frugívoros, On – onívoros, Hb – herbívoros, In – insetívoros, Myr – mirmecófagos, Gr – granívoros, Ca – carnívoros, Se – predadores de sementes, Os – piscívoros. Fevereiro de 2023.

#### 4.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

Foram registrados os maiores valores de riqueza (14 espécies) na área Controle (CO), seguida pela área Montante (MO, 13 espécies), Reservatório (RE; nove espécies) e Jusante (JU; sete espécies) (Tabela 8). A abundância foi maior na área Montante, com 32 indivíduos, seguida pela área Reservatório, com 29 indivíduos, Controle, com 23 indivíduos e Jusante (14 indivíduos) (Gráfico 18). Em relação a diversidade, o índice de *Shannon-Wiener* calculada para cada área amostral, determinou a área Controle ( $H' = 2,134$ ) como área mais diversa (Tabela 8 e Tabela 9). Índices de diversidade multivariados, como o de *Shannon-Wiener*, possuem além da riqueza de espécies, o componente de equabilidade das espécies em seu cálculo, sendo que quanto mais homogêneo é a abundância das espécies, maior será o índice (MELO, 2008).

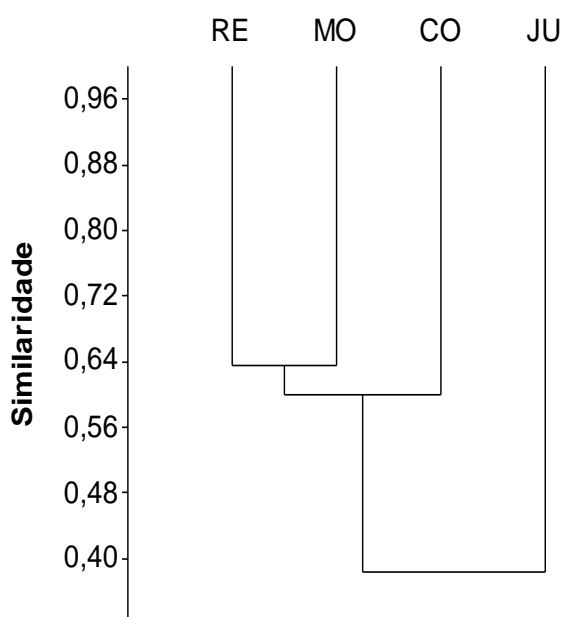


**Gráfico 18.** Representatividade de espécies durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. JU – jusante, RE – reservatório, MO – montante, CO – controle. Fevereiro de 2023.

**Tabela 8.** Riqueza, abundância e índice de diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) das espécies registradas durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023. JU – Jusante; RE – Reservatório; MO – Montante; CO – Controle.

	JU	RE	MO	CO
<b>Riqueza de espécies</b>	7	9	13	14
<b>Abundância de indivíduos</b>	14	29	32	23
<b>Índice de Shannon-Wiener (<math>H'</math>)</b>	1,567	1,548	2,025	2,134

O cálculo da similaridade entre as áreas amostrais agrupou as áreas Reservatório (RE) e Montante (MO) como áreas mais semelhantes nessa campanha. O índice também agrupou o grupo formado pelo Reservatório e Montante com o Controle (CO), sendo a Jusante (JU) a área mais distante entre elas (Gráfico 19). Esse agrupamento se deve principalmente pelo compartilhamento de espécies entre as áreas do Reservatório e Controle, já a área Montante apresentou muitas espécies em comum com essas áreas. A Jusante apresentou poucos indivíduos, com poucas espécies sendo compartilhadas com as demais áreas.



**Gráfico 19.** Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de *Dice*), com método de agrupamento UPGMA do monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023. Onde: RE=reservatório; MO=montante do reservatório; CO=controle; e JU=jusante. Coeficiente cofenético=0,9134.

#### 4.2.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando-se as 19 campanhas realizadas até o momento, esta última apresentou uma riqueza de espécies maior que a campanha realizada em fevereiro de 2022, 22 e 19 espécies respectivamente. Em relação a abundância de indivíduos, esta campanha também apresentou um valor acima do encontrado na campanha realizada em fevereiro de 2022 (98 e 51 indivíduos respectivamente). A campanha de fevereiro de 2023 foi marcada por clima estável e ensolarado durante a maior parte do monitoramento, com chuvas ocorrendo em dias anteriores ao início do monitoramento, tal fator pode ter influenciado no aumento dos registros da mastofauna não-voadora do local. Ao considerarmos o índice de *Shannon-Wiener*, o valor obtido nesta campanha ( $H=2,483$ ; Tabela 9) foi maior se comparado a campanha de fevereiro de 2022 ( $H=2,335$ ), no entanto, são valores elevados que demonstram a diversidade no local. A campanha que ainda apresenta o maior valor de diversidade continua sendo a 12ª (agosto de 2019), que apresentou a maior de riqueza de espécies (27) com abundância de 68 indivíduos, obtendo um valor de diversidade de  $H=2,886$ . Ao longo do monitoramento, não foram

verificados para a mastofauna um padrão de influência na riqueza, abundância e diversidade com relação as estações de seca ou chuva (Tabela 9).

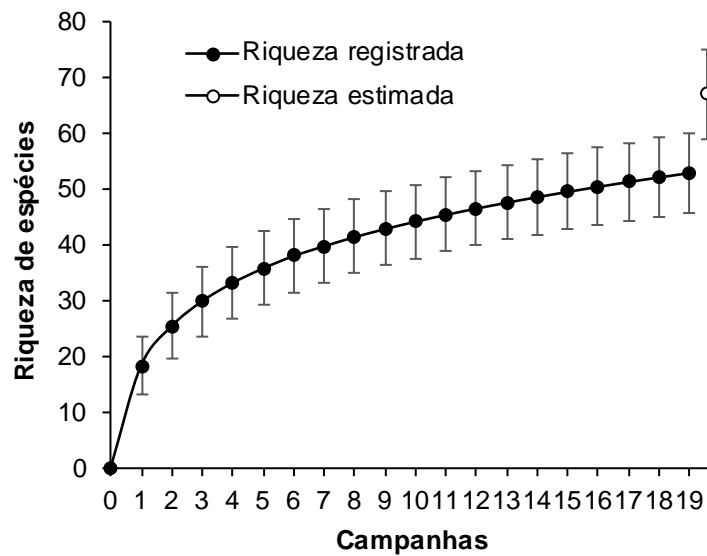
**Tabela 9.** Riqueza, abundância e índice de diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

Fase	Campanha	Mês	Riqueza	Abundância	Shannon_H
Pré-instalação	1 <sup>a</sup>	set/16	19	36	2,784
	2 <sup>a</sup>	nov/16	14	26	2,492
	3 <sup>a</sup>	fev/17	16	38	2,591
	4 <sup>a</sup>	mai/17	13	35	2,362
	5 <sup>a</sup>	ago/17	16	35	2,53
Instalação	6 <sup>a</sup>	nov/17	15	35	2,513
	7 <sup>a</sup>	fev/18	18	42	2,54
	8 <sup>a</sup>	mai/18	19	58	2,459
	9 <sup>a</sup>	ago/18	17	53	2,546
Enchimento	10 <sup>a</sup>	nov/18	18	52	2,722
Operação	11 <sup>a</sup>	fev/19	21	60	2,702
	12 <sup>a</sup>	ago/19	27	68	2,886
	13 <sup>a</sup>	fev/20	19	50	2,694
	14 <sup>a</sup>	set/20	20	60	2,648
	15 <sup>a</sup>	fev/21	21	73	2,811
	16 <sup>a</sup>	ago/21	21	86	2,568
	17 <sup>a</sup>	fev/22	14	51	2,335
	18 <sup>a</sup>	ago/22	19	59	2,507
	19 <sup>a</sup>	fev/23	22	98	2,483

#### 4.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha referente a este relatório (fevereiro de 2023) foram registradas 22 espécies para a região da PCH Verde 4, não sendo catalogadas novas espécies. Ao longo de todo o período de monitoramento da mastofauna não-voadora, foram registradas 53 espécies.

A curva de rarefação feita para as 19 campanhas de monitoramento (Gráfico 20) não se estabilizou, indicando que a curva tende a atingir a assíntota com o aumento de amostras (mais campanhas de campo). Além disso, o aumento de espécies temporalmente 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 20.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora, da PCH Verde 4, 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, seis encontram-se classificadas em alguma categoria de ameaça tanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2022) quanto pela Lista Oficial da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022): o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, Figura 21), a anta (*Tapirus terrestris*), o tatu-canastra (*Priodontes maximus*), o queixada (*Tayassu pecari*, Figura 21), o macaco-prego (*Sapajus cay*) e a lontra (*Lontra longicaudis*). O tamanduá-bandeira, a anta, o tatu-canastra, o queixada e o macaco-prego estão listadas como ‘vulnerável’ em ambas as listas. A lontra está listada como ‘quase ameaçada’ apenas pela lista da IUCN. Não foram registradas espécies endêmicas ou exóticas durante a campanha.

O tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) está classificado como ‘vulnerável’ devido principalmente à impactos antrópicos que causam desconexão e redução de habitat (MIRANDA *et al.*, 2015). A anta (*Tapirus terrestris*) é o maior mamífero terrestre neotropical, com ocorrência registrada desde a Venezuela ao sul do Paraguai (EISENBERG & REDFORD, 1999). O habitat 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).

O queixada (*Tayassu pecari*) foi uma das espécies mais abundante nessa campanha. Esta espécie apresenta ampla distribuição, desde os Estados Unidos até o sul do Brasil, ocorrendo também na Argentina (DÍAZ & BARQUEZ, 2002). No Brasil, o queixada pode ser encontrado em quase toda a extensão do território, com exceção da caatinga (REIS *et al.*, 2011). Os queixadas ocupam uma ampla variedade de habitats ao longo da sua distribuição, como florestas tropicais úmidas e savanas (LEE & PERES, 2008). Apresentam comportamento social, formando grupos com mais de 100 indivíduos, tal característica os distinguem dos demais ungulados neotropicais (KILTIE & TERBORGH, 1983). Apesar de sua ampla distribuição e de formarem grandes grupos, são muito sensíveis à degradação ambiental e a pressões de caça, desaparecendo de locais que apresentam essas características (KEUROGHLIAN *et al.*, 2012). São importantes na manutenção de ecossistemas, atuando como predadores e dispersores de sementes (DESBIEZ & KEUROGHLIAN, 2009). Além da caça, outros impactos podem levar a redução de suas populações, como a fragmentação de habitat, introdução de espécies exóticas e queimadas (DESBIEZ *et al.* 2010). Devido ao comportamento de formação de bandos, esses organismos podem ser encontrados em grandes quantidades durante a realização das campanhas.

O tatu-canastra (*Priodontes maximus*) é um animal de hábito solitário, semi-fossorial e noturno, o que dificulta seu avistamento (FONSECA *et al.*, 1996; EISENBERG & REDFORD, 1999). A sua dieta é composta principalmente de formigas e cupins (NOWAK & PARADISO, 1983). O tatu-canastra pode ser encontrado do norte da Venezuela ao norte da Argentina. Habita florestas tropicais e subtropicais, cerrado, ambientes xerófilos e planícies de inundação (PARERA, 2002). É uma espécie de ocorrência naturalmente rara e vem sofrendo reduções em suas populações devido a destruição de seu habitat, principalmente ocasionada por atividades humanas (MARINHO-FILHO & MEDRI, 2008). O tatu-canastra é considerado um importante engenheiro ecossistêmico, pois sua atividade modifica a estrutura do ambiente, o qual fornece recursos (e.g. abrigo) para várias espécies (DESBIEZ & KLUYBER, 2013). São importantes também no controle das populações de formigas e cupins (CHIARELLO *et al.*, 2015).



**Figura 21.** Espécies classificadas como ‘vulnerável’ registradas durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4. (A) Vestígio (pegada) de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*); (B) Queixada (*Tayassu pecari*). Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023. Escala=5cm.

Ao considerarmos todas as campanhas de monitoramento, foram registradas 13 espécies classificadas como ‘vulnerável’ ou ‘quase ameaçada’ de extinção, segundo as listas consultadas, além de duas espécies exóticas (Tabela 10).

**Tabela 10.** Lista das espécies de mamíferos não-voadores ameaçados, exóticos e endêmicas registradas durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2023. **Legenda:** MMA=Ministério do Meio Ambiente (2022). IUCN=União Internacional para a Conservação da Natureza (2022).

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>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal	Vulnerável	Vulnerável	
<i>Bos taurus</i>	gado-doméstico			Exótico
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	Vulnerável	Quase-ameaçada	
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego	Vulnerável	Vulnerável	
<i>Canis lupus familiaris</i>	cachorro-doméstico			Exótico
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	Vulnerável	Quase-ameaçada	
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	Vulnerável	Quase-ameaçada	Endêmico
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	Quase-ameaçada	Quase-ameaçada	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	Vulnerável		
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	Em perigo	Vulnerável	
<i>Tayassu pecari</i>	queixada	Vulnerável	Vulnerável	
<i>Alouatta caraya</i>	bugio		Quase-ameaçada	

#### 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 até a 19ª campanha, 26 podem ser consideradas cinegéticas (Figura 22, Tabela 11). Grande parte das espécies são procuradas como caça (alimentação) por moradores de áreas rurais ou comunidades tradicionais, como a cutia (*Dasyprocta azarae*), a paca (*Cuniculus paca*), o veado-catingueiro (*Subulo gouazoubira*) e o cateto (*Dicotyles tajacu*, Figura 22).

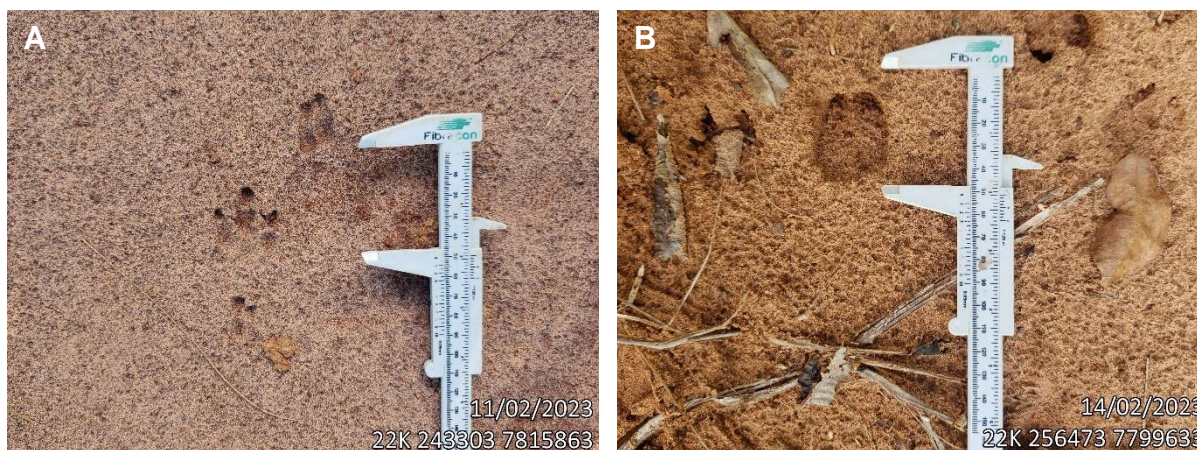
**Tabela 11.** Lista das espécies de mamíferos terrestres cinegéticos registrados durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Nome comum	Nome científico	Interação
Gambá-de-orelha-branca	<i>Didelphis albiventris</i>	Predação de animais domésticos
Tatu-do-rabo-mole	<i>Cabassous unicinctus</i>	Caça
Tatu-peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Caça
Tatu-canastra	<i>Priodontes maximus</i>	Caça
Tatu-galinha	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Caça
Tapiti	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Caça
Cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>	Predação de animais domésticos
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachiurus</i>	Predação de animais domésticos
Raposinha	<i>Lycalopex vetulus</i>	Predação de animais domésticos
Gato-mourisco	<i>Herpailurus jaguarundi</i>	Predação de animais domésticos
Jaguaririca	<i>Leopardus pardalis</i>	Predação de animais domésticos
Gato-do-mato-pequeno	<i>Leopardus tigrinus</i>	Predação de animais domésticos
Onça-parda	<i>Puma concolor</i>	Predação de animais domésticos
Irara	<i>Eira barbara</i>	Predação de animais domésticos
Quati	<i>Nasua nasua</i>	Predação de animais domésticos
Mão-pelada	<i>Procyon cancrivorus</i>	Predação de animais domésticos
Anta	<i>Tapirus terrestris</i>	Caça
Cervo-do-pantanal	<i>Blastocerus dichotomus</i>	Caça
Veado-mateiro	<i>Mazama americana</i>	Caça
Veado-campeiro	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Caça
Veado-catingueiro	<i>Subulo gouazoubira</i>	Caça
Cateto	<i>Dicotyles tajacu</i>	Caça e predação de culturas
Queixada	<i>Tayassu pecari</i>	Caça e predação de culturas



Nome comum	Nome científico	Interação
Capivara	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Caça
Paca	<i>Cuniculus paca</i>	Caça
Cutia	<i>Dasyprocta azarae</i>	Caça

Muitas espécies registradas neste monitoramento também possuem como causa de declínio populacional atropelamentos em rodovias, principalmente espécies com movimentação limitada (MIRANDA *et al.*, 2015). Porém, espécies com grande mobilidade e área de vida, como o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), também são vítimas de atropelamento. A instalação do empreendimento gera grande trânsito de veículos e construção de novas estradas para seu acesso, causando encontros como estes comuns.



**Figura 22.** (A) Vestígio (pegada) de tatu-galinha (*Dasytus novemcinctus*); (B) Vestígio (pegada) de cateto (*Dicotyles tajacu*), espécies consideradas cinegéticas registradas durante a 19ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2023.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. HERPETOFAUNA

Esta campanha foi a nona (9ª) da fase de operação do empreendimento e a 19ª de todo o período de monitoramento, a riqueza e a abundância encontradas durante sua realização (21 espécies, 107 indivíduos) foram próximas aos resultados verificados nas campanhas do mesmo período sazonal dos anos anteriores. A composição de espécies da herpetofauna encontrada na área de estudo condiz com o esperado para o Cerrado, sendo que a maioria das espécies registradas durante a campanha são comuns de áreas abertas e generalistas com relação ao hábitat, com exceção das serpentes dormideira (*Dipsas mikani*) e jararaca-das-veredas (*Bothrops moojeni*), que apresentam preferência por áreas florestadas. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção e quatro são consideradas endêmicas do Cerrado, *Dendropsophus elianeae*, *Physalaemus nattereri*, *Chiasmocleis albopunctata* e *Bothrops moojeni*.

Os valores dos parâmetros populacionais verificados durante a atual campanha, a nona (9ª) da fase de operação do empreendimento, são semelhantes aos valores encontrados nas campanhas do mesmo período hidrológico das fases de pré-instalação e instalação do empreendimento. Após a supressão de habitats as espécies animais podem apresentar um tempo de latência em resposta à fragmentação e redução de seus ambientes. Espera-se que com a continuação do monitoramento, os valores de riqueza e abundância, principalmente nos pontos localizados nas margens do reservatório, sofram redução.

Para a herpetofauna recomenda-se a continuidade dos programas de recuperação da APP do reservatório, o que além de auxiliar na manutenção do fluxo gênico e na garantia de uma variabilidade gênica para as diferentes populações animais, diminui também efeitos de adensamento da fauna nas áreas adjacentes do empreendimento.

### 5.2. AVIFAUNA

Durante esta campanha foram registradas 118 espécies de aves, chegando a um total de 220 espécies. Foram adicionados sete novos registros ao monitoramento nesta campanha, três delas estão contidas no apêndice II do CITES (CITES, 2023).

Recomenda-se a continuidade 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, uma vez que as áreas monitoradas abrigam 28 espécies que, segundo CITES, precisam de um controle no comércio e na caça ilegal. Por fim, destaca-se a importância de instruir também a 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), funcionando como dispersores de sementes ou como predadores de topo. São típicas (porém não todas endêmicas) do Cerrado e presentes também em áreas antropizadas, mas não urbanizadas (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 (MIRANDA *et al.* 2015; IUCN, 2022; MMA, 2022). 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, 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 brejos, atropelamento) e indireto (assoreamento) pela intensa ocupação humana. Além disso, a presença de diversas espécies alvos de caça torna comum o contato com humanos. Portanto, é importante a continuidade de ações de recuperação dos remanescentes florestais e trabalhos de conscientização ambiental com população local.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E.F.; CASALI, D.; COSTA-ARAÚJO, R.; GARBINO, G.S.T.; LIBARDI, G.S.; LORETTO, D.; LOSS, A.C.; MARMONTEL, M.; MORAS, L.M.; NASCIMENTO, M.C.; OLIVEIRA, M.L.; PAVAN, S.E. & TIRELLI, FLÁVIA P. 2021. Lista de Mamíferos do Brasil (2022-1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.74697967>. Acessado em: 26/06/2023.

AMORIM, M.E.; SCHOENER, T.W.; SANTORO, G.R.C.C.; LINS, A.C.R.; PIOVIA-SCOTT, J. & BRANDÃO, R.A. 2017. Lizards on newly created islands independently and rapidly adapt in morphology and diet. PNAS, doi:10.1073/pnas.1709080114.

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.

BASTOS, R.P.; MOTTA, J.A.O; LIMA, L.P & GUIMARÃES, L.D. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás. 82 pp.

BORGES, P.A.L. & TOMAS, W. 2008. Guia de Rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal, 148p.

BRANDÃO, R.A. & PERES JUNIOR, A K. 2001. Levantamento da herpetofauna na área de influência do Aproveitamento Hidroelétrico da UHE Luis Eduardo Magalhães (Palmas, TO). Humanitas, Palmas, TO, 3(1): 35-50.

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.

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 Wildl. Serv. Washington, DC.

CAVALCANTI, R.B. 1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. Studies in Avian Biology 19: 244-249.

CECHIN, S.Z. & MARTINS, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 17: 729-740.

CHIARELLO, A.G.; RÖHE, F.; MIRANDA, F.R.; MOURÃO, G.M.; SILVA, K.F.M.; VAZ, S.M. & ANACLETO, T.C.S. 2015 Avaliação do risco de extinção de *Priodontes maximus* (Kerr, 1792) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2023. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: <http://www.cites.org/eng/app/appendices>. Acessado em dois de março de 2023.

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, H.C.; Guedes, T.B. & BÉRNILS, R.S. 2021. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. Herpetologia Brasileira 10(3): 110-279.

COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R., MENDES, S.L. & ALBERT, D.D. 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. Megadiversidade 1: 103-112.

DA COSTA, R. B. 2003. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-oeste. Campo Grande, UCDB, 245 p.

DESBIEZ, A.L.J.; BODMER, R.E. & TOMAS, W.M. 2010. Mammalian densities in a neotropical wetland subject to extreme climatic events. Biotropica 42: 372-378.

DESBIEZ, A.L.J. & KEUROGHLIAN, A. 2009. Can bite force be used as a basis for niche separation between native peccaries and introduced feral pigs in the Brazilian Pantanal? Mammalia 73: 369-372.

DESBIEZ, A.L.J. & KLUYBER, D. 2013. The role of giant armadillos (*Priodontes maximus*) as physical ecosystem engineers. Biotropica 0: 1-4.

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.

DÍAZ, M.M. & BARQUEZ, R.M. 2002. Los mamíferos de Jujuy, Argentina. Buenos Aires: L.O.L.A., 308p.

DUELLMAN, W. & TRUEB, L. 1994. Biology of Amphibians. New York: McGraw-Hill Book Company.

EBIRD. 2023. EBIRD. Cornell Lab of Ornithology. Disponível em: <<https://ebird.org/>>. Acessado em dois de setembro de 2023.

EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. Mammals of the Neotropics. v.3. The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. The University of Chicago Press, Chicago.

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.

FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G.; LEITE, Y.L.R.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B. & PATTON, J.L. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. Occasional Papers in Conservation Biology 4: 1-38.

FROST, D.R. 2023. Amphibian species of the world: an online reference. version 6.1. Electronic database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History. New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001.

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., 2008, 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. Biological Conservation 30: 261-281.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa nº 146, de 10 de janeiro de 2007. Estabelecer os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela Lei nº 6938/81 e pelas Resoluções Conama nº 001/86 e nº 237/97. D.O.U. Nº 8, quinta-feira, 11 de janeiro de 2007.

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Acessado em 30 de junho de 2023.

KEUROGHLIAN, A.; DESBIEZ, A.L.J., BEISIEGEL, B.M.; MEDICI, E.P.; GATTI, A.; PONTES, A.R.M.; CAMPOS, C.B.de.; TÓFOLI, C.F.; MORAES-JUNIOR, E.A.; AZEVEDO, F.C.; PINHO, G.M.; CORDEIRO, J.L.P.; SANTOS-JÚNIOR, T.S.; MORAIS, A.A.; MANGINI, P.R.; FLESHER, K.; RODRIGUES, L.F. & ALMEIDA, L.B.

2012. Avaliação do risco de extinção do queixada *Tayassu pecari* Link, 1795, no Brasil. Biodiversidade Brasileira 3: 84-102.

KLINK, C.A., & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, 1 147-155.

LEE, A. & PERES, C.A. 2008. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. Conservation Biology 22: 439-449.

LIRA, P.K.; EWERS, R.M.; BANKS-LEITE, C.; PARDINI, R. & METZGER, J.P. 2012. Evaluating the legacy of landscape history: Extinction debt and species credit in bird and small mammal assemblages in the Brazilian Atlantic Forest. Journal of Applied Ecology 49(6): 1325-1333.

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.

MARINHO-FILHO, J. & MEDRI, I.M. 2008. *Priodontes maximus* Kerr, 1972. Pp. 708-709. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. (eds). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Vol. II. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 1420p.

MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F.H.G. & JUAREZ, K.M. 2002. The Cerrado mammals: diversity, ecology, and natural history. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. pp. 266-284. Columbia University Press, New York.

MARQUES, O.A.V.; ETEROVIC, A. NOGUEIRA, C.C. & SAZIMA, I. 2015 Serpentes do Cerrado - Guia Ilustrado, Holos Editora; Ribeirão Preto, SP. 251p.

MELO, A.S. 2008. What do we win 'confounding' species richness and evenness in a diversity index? Biota Neotropica 8: 21-27.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2022. Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Portaria MMA N° 148, de 7 de março de 2023.

MIRANDA, F.R.; CHIARELLO, A. G.; RÖHE, F.; BRAGA, F.G.; MOURÃO, G.M.; MIRANDA, G.H.B.; SILVA, K.F.M.; FARIA-CORRÊA, M.A.; VAZ, S.M. & BELENTANI, S.C.S. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758 no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira.

ICMBio. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies/7049-mamiferos-myrmecophaga-tridactyla-tamandua-bandeira.html>

NOGUEIRA, C.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.

NOWAK, R.M. & PARADISO, J.L. 1983. Walker's mammals of the world. 4 ed. Vol I. John Hopkins University Press, Baltimore & London.

NUNES, A.P.; STRAUBE, F.C.; POSSO, S.R.; LAPS, R.R.; VASCONCELOS, M.F.; HOFFMANN, D.; MORANTE-FILHO, J.C.; DONATELLI, R.J.; RAGUSA-NETTO, J.; FAXINA, C.; GODOI, M.N.; URBEN-FILHO, A.; CASTRO, S.L.R.; LOPES, E.V.; ANJOS, L.; TOMAS, W.M.; MENDONÇA, L.B.; SILVA, P.A.; PIVATTO, M.A.C.; COSTACURTA, M.B.; MELO, A.V.; HASS, A.; BRAZ, V.S.; MÓDENA, É.S.; FREITAS, G.O.; SOUZA, R.A.D.; BENITES, M.; MAMEDE, S.; MENQ, W. 2022. Checklist of the birds of Mato Grosso do Sul state, Brazil: diversity and conservation. *Papéis Avulsos de Zoologia* 62: e202262029.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna*. Oliveira, P.S. & Marquis R.J. (eds). Columbia University: New York. P. 91-121.

PACHECO, J.F.; SILVEIRA, L.F.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; BENCKE, G.A.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; COHN-HAFT, M.; MAURÍCIO, G.N.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; LEES, A.C.; FIGUEIREDO, L.F.A.; CARRANO, E.; GUEDES, R.C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F. & PIACENTINI, V.Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 29(2).

PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R.; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M.C.M.; MENDES, S.L.; TAVARES, V.C.; MITTERMEIER, R.A. & PATTON, J.L. 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.

PARERA, A. 2002. *Los mamíferos de la Argentina y la región Austral de Sudamérica*. 1 ed. El Ateneo, Buenos Aires, 454p.

PAVAN, D. 2007. Assembleias de répteis e anfíbios do Cerrado ao longo da bacia do rio Tocantins e o impacto do aproveitamento hidrelétrico da região na sua



conservação. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 414p.

PLANQUÉ, B. & VELLINGA, W.P. 2023. Xeno-canto: birds songs from Tropical America. Disponível em <http://www.xeno-canto.org>. Acessado em 30 de agosto de 2022.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. Biologia da Conservação. Londrina, PR. 328p.

RALPH, C.J.; GEUPEL, G.R.; PYLE, P.; MARTIN, T.E. & DESANTE, D.F. 1993. Handbook of field methods for monitoring landbirds. Director, 144, 1–41.

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.

ROCHA, E.C.; BRITO, D.; SILVA, P.M.; SILVA, J.; BERNARDO, P.V. & JUAN, L. 2018. Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. Biota Neotropica 18(3): 1-9.

SANTOS, J.C.C & LONGO, J.M. 2006. Caracterização da diversidade faunística (Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna) da sub-bacia do rio Verde, Mato Grosso do Sul. Relatório Técnico. 62 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.; BERNEK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GARCIA, P.C.A.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LOURENÇO, A.C.C.; MÂNGIA, S. MOTT, T.; NASCIMENTO, L.B.; TOLEDO, L.F.; WERNECK, F.P. & LANGONE, J. 2021. List of Brazilian Amphibians. Herpetologia Brasileira 10(1): 121-216.

SICK, H., 2001, Ornitologia Brasileira Edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862p.

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, 56p.

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.

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. & SANTOS, M.P.D. 2005. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In: *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação* (A. Scariot, J.C. Souza Filho & J.M. Felfili, eds). Ministério do Meio ambiente, Brasília, p. 224-233.

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.

SOUZA, F.L.; PRADO, C.P.A.; SUGAI, J.L.M.M.; FERREIRA, V.L.; AOKI, C.; LANDGREF FILHO, P.; STRUSSMANN, C.; ÁVILA, R.W.; RODRIGUES, D.J.; ALBUQUERQUE, N.R.; TERRA, J.S.; UETANABARO, M.; BÉDA, A.F.; PIATTI, L.; KAWASHITA-RIBEIRO, R.A.; DELATORRE, M.; FAGGIONI, G.P.; DEMCZUK, S.D.B. & DULEBA, S. 2017. Diversidade de Anfíbios do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Serie Zoologia* 107: 1-10.

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.

TOBIAS, J.A.; SHEARD C.; PIGOT A.L.; DEVENISH A.J.M., YANG J.; SAYOL F.; NEATE-CLEGG M.H.C.; ALIORAVAINEN N.; WEEKS T.L.; BARBER R.A.; WALKDEN P.A.; MACGREGOR H.E.A.; JONES S.E.I.; VINCENT C.; PHILLIPS A.G.; MARPLES N.M.; MONTAÑO-CENTELLAS F.A.; LEANDRO-SILVA V.; CLARAMUNT S., DARSKI B., FREEMAN B.G.; BREGMAN T.P.; COONEY C.R., HUGHES E.C., CAPP E.J.R.; VARLEY Z.K.; FRIEDMAN N.R.; KORNTHEUER H.; CORRALES-VARGAS A.; TRISOS C.H.; WEEKS B.C.; HANZ D.M.; TÖPFER T.; BRAVO G.A.; REMEŠ V.; NOWAK L.; CARNEIRO L.S.; MONCADA R.A.J.; MATYSIOKOVÁ B.; BALDASSARRE D.T.; MARTÍNEZ-SALINAS A.; WOLFE J.D., CHAPMAN P.M.; DALY B.G.; SORENSEN M.C.; NEU A.; FORD M.A.; MAYHEW R.J.; SILVEIRA L.F., KELLY D.J. *et al.* AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters*, 25(3): 581-597.

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.

TOMAS, W.M.; ANTUNES, P.C.; BORDIGNON, M.O.; CAMILO, A.R., CAMPOS, Z.; CAMARGO, G.; CARVALHO, L.F.A.C.; CUNHA, N.L.; FISCHER, E.; GODOI, M.N.; HANNIBAL, W.; MOURÃO, G.; RIMOLI, J.; SANTOS, C.F.; SILVEIRA, M. & TOMAS, M.A. 2017. Checklist of mammals from Mato Grosso do Sul, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 107: 1-17.

UETANABARO, M., GUIMARÃES, L.D., BÉDA, A.F., LANDGREF-FILHO, P., PRADO, C.P.A., BASTOS, R.P. & ÁVILA, R.W. 2006. Inventário da herpetofauna do Complexo Aporé-Sucuriú. In: T.C.S. Pagotto & P.R. Souza (orgs.). *Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú, subsídios à conservação e manejo do Cerrado*. Campo Grande, MS: Editora UFMS.

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.; FREED, P.; AGUILAR, R. & HOŠEK, J. (eds.). 2023. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>. Acessado em 01 de junho de 2023.

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.

VAZ-SILVA, W.; GUEDES, A.G.; AZEVEDO-SILVA, P.L.; GONTIJO, F.F.; BARBOSA, R.S.; ALOÍSIO, G.R.; Almeida, F.C.G. 2007. Herpetofauna, Espora Hydroelectric Power Plant, state of Goiás, Brasil. *Check List* 3(4): 338-345.

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.

VOSS, R.S. & L.H. EMMONS. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History, New York, 230: 1-115.

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. 2023 - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br>>. Acessado em 12 de março de 2023.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

## 7. ANEXOS

**Anexo I** – Lista consolidada da herpetofauna (anfíbios e répteis) registrada durante o monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo II** – Lista consolidada da avifauna registrada durante o monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo III** – Lista consolidada da mastofauna não-voadora registrada durante o monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo IV** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do subprograma de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo V** – Mapa de ocupação e uso do solo com a localização das áreas amostrais e respectivos pontos de coleta para o Monitoramento da Fauna Terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo VI** – Autorização Ambiental para Manejo da Fauna *in situ* do Monitoramento da Fauna Terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

Espécies da Herpetofauna (anfíbios e répteis) registradas durante o monitoramento da fauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Com seus respectivos nomes populares, abundância por campanha, estrato ocupado, período de atividade e status de distribuição e conservação. Legenda: **Estrato** (Ab) Arborícola; (Aq) Aquático; (Cr) Criptozóico; (Te) Terrestre. **Atividade (Ativ.)** (N) Noturna e (D) Diurna. **Status** (C1) espécie listada no apêndice I da Cites; (C2) espécie listada no apêndice II da Cites; (End) espécie endêmica do Bioma Cerrado; (Ex) espécie exótica; (FL) espécie com preferência ou dependente de ambiente florestado.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas																Estrato	Ativ	Status			
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	fev/20	set/20	fev/21	ago/21				fev/22	ago/22	fev/23
<b>ORDEM ANURA "sapos, rãs e pererecas"</b>																							
<b>Família Bufonidae</b>																							
<i>Rhinella diptycha</i>	sapo-cururu	1	4	2	1	1	5	6	1	11	9	3	1	10	7		21	4	18	8	Te	N	
<b>Família Hylidae</b>																							
<i>Boana albopunctata</i>	perereca-cabrinha	24	32	27	23	11	20	25	24	20	3	13	9	12	14	16	20	4	5	7	Ab	N	
<i>Boana punctata</i>	perereca-verde			23	6			6				6		4		12		2		7	Ab	N	
<i>Boana raniceps</i>	perereca-amarela	3	24	11			14	9			15	8		15	4	20	1	21		5	Ab	N	
<i>Dendropsophus elianeae</i>	pererequinha-do-brejo			3			9	4				6		5		3		10		3	Ab	N	End
<i>Dendropsophus jimi</i>	pererequinha-do-brejo	13	34	30			25	32			14	10		9		21		14			Ab	N	End
<i>Dendropsophus minutus</i>	pererequinha-do-brejo			10	2	4	1	5	5	4	9	8		5	5	4	5	6	2	1	Ab	N	
<i>Dendropsophus nanus</i>	pererequinha-do-brejo	2	57	71	11		28	41		6	33	27		28		39	5	36		10	Ab	N	
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	pererequinha-do-brejo		18	30			5	38			9	24		19		8		21		10	Ab	N	
<i>Scinax fuscovarius</i>	perereca-do-banheiro			4			7	9	1						2	2	2	8			Ab	N	
<i>Scinax x-signatus</i>	raspa-cuia									7				9							Ab	N	
<i>Trachycephalus typhonius</i>	perereca-grudenta	2				1					12			2				2			Ab	N	
<b>Família Leptodactylidae</b>																							
<i>Adenomera cf. diptyx</i>	rãzinha-do-folhicho		14	14			33	11	1		14	9		1		6		18		14	Cr	D/N	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	rã-assobiadeira		39	8			45	5			9	5		4	9	14		14		1	Te	N	
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	rã-pimenta						1				1							1			Te	N	
<i>Leptodactylus latrans</i>	rã						1							1				1			Te	N	



ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas																Estrato	Ativ	Status		
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	fev/20	set/20	fev/21	ago/21				fev/22	ago/22
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	rã-manteiga	2	2	2	1			3	1	1	3	4	1		2			2	Te	N		
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	rãzinha-assobiadora	11	4			7	3			3	2				8	1	7		Te	N		
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	rãzinha-pingo-de-chuva	8	2			9				8	2	10			5		12		Cr	N		
<i>Physalaemus centralis</i>	rãzinha	5				12	1			2		3			1		5		Te	N	End	
<i>Physalaemus cuvieri</i>	rã-cachorro	8	8	5		12	11	2		8	6	8			4		7	3	8	Te	N	
<i>Physalaemus marmoratus</i>	rãzinha									7	1	5							Te	N	End	
<i>Physalaemus nattereri</i>	rã-quatro-olhos	8	3	1	1	15	2	1		14	1	1	6	4	2		11	3	1	Te	N	End
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	rãzinha-do-brejo	19			1	29			1	7	7	7			13	5	17		9	Cr	D/N	
<b>Família Microhylidae</b>																						
<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	sapo-grilo	3	4			8				1		1			1		5		3	Fo	N	End
<i>Dermatonotus muelleri</i>	sapo-bode																3		3	Fo	N	
<i>Elachistocleis cf. bicolor</i>	sapinho-guarda																		4	Fo	N	
<i>Elachistocleis cesarii</i>	sapo-guarda-de-barriga-cinza	2				7	3			4	1	3					9			Fo	N	
<b>ORDEM CROCODYLIA "jacarés"</b>																						
<b>Família Alligatoridae</b>																						
<i>Caiman latirostris</i>	jacaré-do-papo-amarelo														1		2	1	1	Aq/Te	D/N	C1
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	jacaré-paguá	1		1				1	1	1							1			Aq/Te	D/N	C2
<b>ORDEM SQUAMATA "lagartos e serpentes"</b>																						
<b>Família Anguidae</b>																						
<i>Ophiodes cf. striatus</i>	cobra-de-vidro	1																		Te	D	
<b>Família Gekkonidae</b>																						
<i>Hemidactylus mabouia</i>	lagartixa-de-parede											1								Ab	N	Ex
<b>Família Gymnophthalmidae</b>																						

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas														Estrato	Ativ	Status				
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	fev/20	set/20				fev/21	ago/21	fev/22	ago/22
<i>Colobosaura modesta</i>	lagartinho-do-folhicho			1											2		1			Te	D	FL
<b>Família Mabuyidae</b>																						
<i>Aspronema dorsivittatum</i>	lagarto-liso				1															Te	D	
<i>Notomabuya frenata</i>	lagarto-liso					1	1			1					1		1			Sc	D	FL
<b>Família Teiidae</b>																						
<i>Ameiva ameiva</i>	lagarto-verde	1	5	3		2		1		1	3	1		1	10	6	2		5	Te	D	
<i>Salvator merianae</i>	teiú		4	1		2	3			1	3		1	5	5	2	3			Te	D	C2, FL
<b>Família Anomalepididae</b>																						
<i>Liotyphlops ternetzii</i>	cobra-cega										1				1					Fo	N	
<b>Colubridae</b>																						
<i>Chironius flavolineatus</i>	cobra-cipó	1															1			Ab/Te	D	End
<i>Dipsas mikanii</i>	dormideira																	1		Te	D	FL
<b>Dipsadidae</b>																						
<i>Atractus albuquerquei</i>	cobra-da-terra										1	1								Fo	N	End
<i>Erythrolamprus aesculapi</i>	coral-falsa										1				1					Te	D	FL
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	cobra-de-capim	1																		Te	D/N	
<i>Lygophis meridionalis</i>	cobra-de-capim							1												Te	D	
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	coral-falsa				1	1														Te	N	
<i>Philodryas nattereri</i>	corre-campo				1															Te	D	
<i>Philodryas olfersii</i>	cobra-verde																1			Ab/Te	D	FL
<i>Xenodon merremii</i>	capitão-do-campo		2	1																Te	D	
<b>Typhlopidae</b>																						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	cobra-cega		1			1							1		1				1	Fo	N	FL

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas																Estrato	Ativ	Status			
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	fev/20	set/20	fev/21	ago/21				fev/22	ago/22	fev/23
<b>Viperidae</b>																							
<i>Bothrops moojeni</i>	jararaca		5		1		3				1	1		3		1				4	Te	N	End, FL

## ANEXO II



Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Campanhas																	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat											
		ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	ago-21	fev-22									ago-22	fev-23									
<b>Caprimulgidae</b>																																					
<i>Antrostomus rufus</i>	joão-corta-pau										1		1		2				MP(S)			B	I		F, Ga, Br												
<i>Nyctidromus albicollis</i>	bacurau	1	6		4	1		4	2		1	4	4	13		4	7	2	5			B	I		F, Ce, Ca, AA												
<i>Hydropsalis parvula</i>	bacurau-chintã																	1	1			B	I		F												
<i>Podager nacunda</i>	corucão										4											B	I		Ca, Ce												
<b>Apodiformes</b>																																					
<b>Trochilidae</b>																																					
<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado	1	1	3	4	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	4	2	5						II	B	N	F, Ce, AA										
<i>Polytmus guainumbi</i>	beija-flor-de-bico-curvo																						II	M	N	Ab											
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	beija-flor-de-veste-preta	3	2								1												MR	II	B	N	F, Ci, Ga										
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	1	1	1	2	2		2	2	4	2	2	1	3	2	2		7	2				II	B	N	F, Ce, Ci, AA											
<i>Thalurania furcata</i>	beija-flor-tesoura-verde	4			1		1	1				1											II	M	N	F											
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	2	2	1		3	3	1	1	3		1		1	2	3	1	3	6	2			II	B	N	Ce, AA											
<i>Chionomesa fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde																	1					II	B	N	Ce											
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	18	14	5	4	2	2	2	2	8	4	1	4	2	14	3	4	4	25	3			II	M	N	Ce, Ga, AA											
<b>Gruiformes</b>																																					
<b>Aramidae</b>																																					
<i>Aramus guarauna</i>	carão			1																				NO	M	PA	Br										
<b>Rallidae</b>																																					
<i>Mustelirallus albicollis</i>	sanã-carijó		1			2		1	2		2	2	5		2		4	3	4						M	PA	Ca, Br										
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	1		1	1	1		1	2	5	4	4		6	2		3	2	2						A	PA	F, Br, Ga										
<i>Gallinula galeata</i>	galinha-d'água				1		2																	NO	B	O	Aq, Ci, Br										
<b>Heliornithidae</b>																																					
<i>Heliornis fulica</i>	picaparra													1											M	PA	Ga, Ci, Aq, AA										
<b>Charadriiformes</b>																																					
<b>Charadriidae</b>																																					
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	17	11	13	17	23	15	2	21	22	31	21	29	32	38	23	24	34	19	2					B	O	Ca, Br, AA										
<b>Recurvirostridae</b>																																					
<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo-de-costas-brancas									3	2		2						2						NO	M	PA	Br, Aq									
<b>Scolopacidae</b>																																					
<i>Gallinago undulata</i>	narcejão																	1							NO	A	PA	Ca, Br									
<i>Tringa solitaria</i>	maçarico-solitário						1				1	1													M(N)	B	PA	Aq, Ci									
<b>Jacaniidae</b>																																					
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	3	4	1	3	5	3	2	1			2	1	2		3	2	1								B	O	Br									
<b>Ciconiiformes</b>																																					
<b>Ciconiidae</b>																																					
<i>Jabiru mycteria</i>	tuiuiú										3									1						M(W)		I	M	PA	Ci, Br						
<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca											1		1												M(W)	B	PA	Ci, Br								
<b>Suliformes</b>																																					
<b>Anhingidae</b>																																					
<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga											1															M	PA	Aq								
<b>Phalacrocoracidae</b>																																					
<i>Nannopterum brasilianus</i>	biguá	1				1								1		2	11	15	26							NO	B	PA	Aq								
<b>Pelecaniformes</b>																																					
<b>Ardeidae</b>																																					
<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi					2					1	2															M	PA	Br								
<i>Butorides striata</i>	socozinho		1																								B	PA	Br								



Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Campanhas																	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat					
		ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	ago-21	fev-22									ago-22	fev-23			
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	4	1		9	5	4	11		8	4	21	4	13	4	35	6	24					B	O	Pa, Ca						
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura				1													1	1				B	PA	Aq, Br						
<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	4					1	1		2	2		2	1				3					B	PA	Aq, Br						
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	6	2	4	4	12	7	5	4	2	3	2	4	6	2	8	8	1	7	3				M	O	Br, Ca					
<i>Pilherodius pileatus</i>	garça-real						1																M	PA	Ci, Aq, Br						
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena							7										67	1				B	PA	Aq, Br						
<b>Threskiornithidae</b>																															
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró		3	2	1	1		2	1	5	2	3		2	9				2					M	PA	Ci, Aq, Br					
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	11	8		16	15	8	3	11	1	8	11	18	13	16	31	24	16	11	2			B	O	Ca, Pa, F, AA						
<b>Cathartiformes</b>																															
<b>Cathartidae</b>																															
<i>Sarcoramphus papa</i>	urubu-rei												2												III	M	D	F, Ga			
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto	11	7	3	15	8	9	13	15	13	9	11	21	14	2	24	21	21	2	1				B	D	F, Pa, Ci, AA					
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	2	1		8	1	1			2	1		3	2	5	9	11	4	7	4				B	D	Pa, Ga, F					
<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela		1		3			1	1	1					1	6	4	2	1					M	D	F, Br					
<b>Accipitriformes</b>																															
<b>Pandionidae</b>																															
<i>Pandion haliaetus</i>	águia-pescadora																									II	M	PA	Aq		
<b>Accipitridae</b>																															
<i>Leptodon cayanensis</i>	gavião-gato											1														II	M	O	F, Ci, AA		
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro				1	1										1		1								NO	II	B	PA	Br	
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	gavião-pernilongo																		1							II	M	V	Ab		
<i>Ictinia plumbea</i>	sovi	2	3	2	1				1					2		4										MP(S)	II	M	I	F, Ga	
<i>Accipiter bicolor</i>	gavião-bombachinha-grande																		1							II	M	V	Br		
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo				1	1	2	4	3				3	2	7	2	2		1	1						II	B	V	Ca, AA		
<i>Urubitinga urubitinga</i>	gavião-preto																	1								II	M	V	F, Ci, Ga		
<i>Urubitinga coronata</i>	águia-cinzenta												1													EN	QA	II	M	V	Ca, Ce
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	3	3	5	6	12	5	5	7	8	4	1	15	11	1	16	17	16	11	2						II	B	V	F, Ci, Ga, AA		
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-rabo-branco	1		1																						II	B	V	F, Ca		
<b>Strigiformes</b>																															
<b>Tytonidae</b>																															
<i>Tyto furcata</i>	suindara			1											2											II	B	V	Ca, Ce, Pa, AA		
<b>Strigidae</b>																															
<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato		1																1	1						II	B	I	F, Ci, Ga, AA		
<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburé								1								1	1	1	4						II	B	I	F, Ca, AA		
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	3	8	6	6	8	5	6	6	5	2	9	9	8	19	1	16	16	4	7						II	M	V	Ca, Ce, AA		
<b>Trogoniformes</b>																															
<b>Trogonidae</b>																															
<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha	1	6	3	4	3	2	3	3	5	4	2	7	3	3	3	3	4	1	1							M	I	F		
<b>Coraciiformes</b>																															
<b>Momotidae</b>																															
<i>Momotus momota</i>	udu-de-coroa-azul	1	7	2	2		2	4		1	2			2		3	2	2		1						M	O	F, Ga			
<b>Alcedinidae</b>																															
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	2	1		3	3	1	2	2	1	1	3	2		4	5	3	3	2	3						B	PA	Aq, Ci, Br			
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	1	2		2	3			1				1	2	2	2	2									B	PA	Aq, Br			
<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno		2			1			2			1	1													B	PA	Aq, Br			
<i>Chloroceryle inda</i>	martim-pescador-da-mata							1																		M	PA	Aq, Ci, Br			

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Campanhas																		End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat										
		ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	ago-21	fev-22	ago-22									fev-23									
<b>Galbuliformes</b>																																					
<b>Galbulidae</b>																																					
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	4	4	4	3	2	2	2	5	2	1	1	1	6	6	11	6	5	6	12							B	I	F, Ci, Ga, AA								
<b>Bucconidae</b>																																					
<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto								3																	M	I	F, Ga, AA									
<i>Nystalus striatipectus</i>	rapazinho-do-chaco																			2						M	I	Ce									
<i>Nystalus chacuru</i>	joão-bobo			2						1	2															M	I	Ce, F, Ga, AA									
<b>Piciformes</b>																																					
<b>Ramphastidae</b>																																					
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	9	6	11	7	9	8	7	8	13	5	11	12	16	2	17	14	16	13	9									II	M	F	Ce, Ca, Ci, Ga					
<i>Pteroglossus castanotis</i>	araçari-castanho			7		1				1		4	2					3	3								III	A	F	F, Ci							
<b>Picidae</b>																																					
<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	2	2	3	3	11	2	4	5	4	3	4	3	2	9	4	4	8	1	1								B	I	F, Ga, AA							
<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco		1	4	1			2	3	1	3	7	2		1	2		1	6								B	F	F, Ga, Ca, AA								
<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno													1	3		1	2	4	3							B	I	F, Ci, Ga								
<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho		1							1				1						2							M	I	F, Ci, Ga, AA								
<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-de-banda-branca					1				2	1	3	2		1		1	1		1							B	I	F, Ci, Ga, AA								
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado					2			1	1		2		1	1	3	2	2	2								B	I	F, Ga, AA								
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	5	6	1	7	11		11	7	11	11	12	11	1	9	18	12	15	7	1							B	I	Ce, Ca, Pa, AA								
<b>Cariamiformes</b>																																					
<b>Cariamidae</b>																																					
<i>Cariama cristata</i>	seriema	12	6	16	16	15	8	13	21	18	21	25	34	31	35	24	24	21	17	8								M	I	Ca, F, AA							
<b>Falconiformes</b>																																					
<b>Falconidae</b>																																					
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã								1	1			2		2	2	2		1									II	B	V	Ci, Ga, F, AA						
<i>Caracara plancus</i>	carcará	5	4	8	9	9	6	5	9	8	9	12	15	1	6	1	27	13	14	13							II	B	O	Ca, F, Pa, AA							
<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	5	4	1	4	3	4	4	2	4	2	5	3	4	4	5	5	5	1	3							II	B	O	Ca, Pa, AA							
<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri			1	2			1	4	3	1					4	2	2									II	B	O	Ca, Ga							
<i>Falco rufigularis</i>	cauré			1																							II	B	V	F, Ga, AA							
<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	3	2	2	1	2			1	2			2	1					3	1							II	B	V	Ca							
<b>Psittaciformes</b>																																					
<b>Psittacidae</b>																																					
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	13	9	11	19	22	7	5	16	24	17	14	24	1	19	2	22	18	4	19									II	M	O	F, Ga, AA					
<i>Alipioptsitta xanthops</i>	papagaio-galego	14	24	4			2	4	2	2	1	8	14	1	12	1	2	9	9	1	CE									II	M	F	Ce, Ga				
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	18	4	9	13	15	6	1	13	1	12	14	21	16	2	22	2	12	22	24										QA	II	M	F	Ce, Ga			
<i>Amazona amazonica</i>	curica																			2												II	M	F	Ci		
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim														4				4													II	M	O	F, Ga		
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	3	6	23	33	3	1	22	22	2	29	23	45	38	36	4	35	71	21	7												II	M	O	Ce, Ga, F		
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti													3	4																	II	M	F	Ga, Br		
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	11	7	4	11	8	8	12	8	16	11	21	16	14	16	25	1	12	11	27													II	M	O	F, Ga, Br	
<i>Ara chloropterus</i>	arara-vermelha											4																					II	A	O	F	
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	12	4	6		4	4			3		15	14	6		4	4	26	12	25													II	M	O	Ga, Br	
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	4	4	7				2	3	4	9		8	11		6	4	14		1													II	B	O	F, Ga, Ci, AA	
<b>Passeriformes</b>																																					
<b>Thamnophilidae</b>																																					
<i>Formicivora rufa</i>	papa-formiga-vermelho								1										2														B	I	Ce, Ci		
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	chorozinho-de-bico-comprido	4	9	11	7	17	4	12	1	9	4	11	11	23	14	12	11	1	8	24	CE												M	I	Ga, Ce		

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Campanhas																		End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat	
		ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	ago-21	fev-22	ago-22									fev-23
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	21	15	13	3	9	5	7	9	13	8	6	8	8	9	8	8	6	6	1						B	I	Ce, Ci, AA
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto							1	3	2		1	3		2	2		6	12		E					A	I	F
<i>Taraba major</i>	choró-boi								3											1						B	I	F, Ci, Ga, AA
<b>Dendrocolaptidae</b>																												
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde		4	2				1	1	1			2		1				3	3						M	I	F
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	2		3	1		2	2	2	1	3		2	1	1	2	3	4	2							M	I	F, Ce
<b>Furnariidae</b>																												
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	4	11	9	11	9	13	7	6	1	1	13	8	15	15	12	17	14	1	1						B	I	Ca, Pa, AA
<i>Phacellodomus ruber</i>	graveteiro											1	1													B	I	F, Pa, Ca
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita																			2						B	I	Pa
<i>Synallaxis albescens</i>	uí-pi			2				1		1					2	4	3									B	I	Ca, Pa, Ce
<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim													1												B	I	F, Ga, AA
<b>Pipridae</b>																												
<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho		9	1		3	2	1	1	9	2		1	3	2	2		2	1	3	CE					M	F	Ce, Ga, Br
<b>Tityridae</b>																												
<i>Tityra inquisitor</i>	anambé-branco-de-bochecha-parda					2	1			2		2	1		1											M	F	F
<i>Tityra cayana</i>	anambé-branco-de-rabo-preto										1									1						M	F	F
<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra										1									2						M	F	F
<b>Rhynchocyclidae</b>																												
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo							1		1			2	2	1	1	2									M	I	F
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta									1									3	2						M	I	F, Ci, Ga
<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio		1	2	1			2	1					1		3		2								B	I	F, Ga, AA
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro	1		4			4	3		2		1		1			7	1	2							M	I	F, Ga
<b>Tyrannidae</b>																												
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	5	6	3	2		2	2	1	3	1	3	2	2	4	6	15	4	8	1						B	I	F, Ci, Ga, AA
<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	1	18	1	1		1	1					1			3		3	2							B	I	F, Ce, Ci, AA
<i>Elaenia spectabilis</i>	guaracava-grande				1		1																			B	I	F, Ce, Ci, AA
<i>Elaenia sp.</i>	guaracava																		1							B	I	Ce
<i>Myiopagis gaimardii</i>	maria-pechim															1			2	6						M	I	F, Ci, Ga
<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-crista-alaranjada										1	2	1	4			2		5		4					M	I	F, Ci, Ga
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	piolhinho						1																			M	I	F, Ga, AA
<i>Polystictus pectoralis</i>	papa-moscas-canela																		1							M	I	Pa, Ca
<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré																			1						B	I	F
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	1	2	4	4	3	4	2	3	3	2	2	2	4	1	4	6	2	5	6						B	I	F, Ci, Ga, AA
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado		3	2	2	4	4	3	3	5	3	1	6	4		6	1	4	5	1						B	I	F, Ce, Ga
<i>Casiornis rufus</i>	maria-ferrugem			1				1	1	1		2			1			3	4	2						B	I	F, Ci, Ga, AA
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	25	37	11	14	22	2	21	21		16	2	25	29	26	21	27	21	19	23						B	O	F, Ga, Ce, AA
<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo	1		3		4	1			1		2														B	I	Ci, Br
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro	6			1		1				1		4			1	2	3		2						B	I	Pa, Ca, AA
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado			9	1	1	5	4	5	19	4	6	1	1	2	4		3	1	5						M	I	F, Ci, Ga, AA
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	3	2	8	7	11	5	12	9	9	6	6	6	8	8	8	1	9	3	12						B	I	F, Ci, Ga, AA
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	3	1	4	1	6	4		2	2	5	6	5	2		4	6	1	12	12						M	I	F, Ce, AA
<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca													1						1						B	I	F, Ci, Ga
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	2	3		9		6	2			7	4	5	16	13	12	13									M	I	F, Ci, Ga, AA
<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	6	2	2		4	1				9					8	6	5	8							M	I	Ce, Ca, Pa, AA
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peitica-de-chapéu-preto							1																		M	I	F, Ga
<i>Empidonomus varius</i>	peitica	1		1		1	3	2	2	3	2	4	1	1	1											M	I	F, Ga, AA

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Campanhas																	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat	
		ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	ago-21	fev-22									ago-22
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe					2						3				5		9			MP(S)			B	I	Pa, Ca, Ga, AA	
<i>Gubernetes yetapa</i>	tesoura-do-brejo		8	1												2		5			MP(S)			M	I	Ca, Br, AA	
<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe									1	1													B	I	F, Ci	
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	guaracavuçu		1		1		1	1		2	1	2	1	1				2	4					B	I	F, Ci, Ga, AA	
<i>Lathrotriccus euleri</i>	enferrujado															1								M	I	F, Ci, Ga	
<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca	5		4	6	7	5	2	5	6	5	5	11	18	2	15	1	9		2				M	I	Ce, Pa, Ca	
<i>Nengetus cinereus</i>	primavera		1			3	1			2	3	2	15		7		3		2	1				B	I	Ca, Pa, AA	
<b>Vireonidae</b>																											
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	8	9	5	3	8	4	4	2	5	7	3	6	5		6	1	11	11	16				B	I	F, Ci, Ga, AA	
<i>Vireo chivi</i>	juruviana		8										13						1					B	I	F, Ci, Ga	
<b>Corvidae</b>																											
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo			4	2	4		5	3	8	1	8	2		2	4	4		4	1		CE		M	O	Ce	
<i>Cyanocorax chrysops</i>	gralha-piçaca				4	2	3																	B	O	F, Ci, Ga	
<b>Hirundinidae</b>																											
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa												1	8											B	I	Pa, Ca
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora		9	6	3	22	6		11	8	18	12	9	14	14	28	32	28	2	2				B	I	Aq, Ca, Pa	
<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	5		8	8	16	1	4	19	15	1				4	12	7	1		1				B	I	Aq, Ce, Ca	
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande									1	4	4				8				1					B	I	Aq, Ca
<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio		6			2		2		2	2		2				17	11	2					B	I	Aq	
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	andorinha-de-sobre-branco																		5					B	I	AA, F	
<b>Troglodytidae</b>																											
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	2		1	1			1	1		1				1	2	3	1							B	I	F, Ce, Ca, AA
<b>Poliophtidae</b>																											
<i>Poliophtila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara								2	1			1				1	3	5						M	I	F, Ce, Ga
<b>Donacobiidae</b>																											
<i>Donacobius atricapilla</i>	japacanim			1							2														M	I	Ci, Br
<b>Turdidae</b>																											
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	3	34	3		5	6	5	4	3	11	5	3	11	5	9	7	7	8	9					B	F	F, Ga, AA
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	18	9	6	6	1	7	7	3	3	16	1	6	1	6	11	15	12	2						B	I	F, AA
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca													1											B	I	F, Ga, AA
<b>Mimidae</b>																											
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	3	12	1	8	15	5	7	7	9	17	9	8	1	12	1	12	11	2						B	O	F, Ce, Ca, AA
<b>Motacillidae</b>																											
<i>Anthus chii</i>	caminhão-zumbidor		2				1		1	1	1				1	2		13		8					B	I	Ca, Pa, AA
<b>Fringillidae</b>																											
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	5	8	6	6	6	7	7	3	8	6	6	1	8	8	1	8	6	2	12					B	F	F, Ci, Ga, AA
<b>Passerellidae</b>																											
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	5	8	5	18	28	9	12	7	9	17	9		18	1	35	7	28	1	1					B	G	Ca, Pa, AA
<b>Icteridae</b>																											
<i>Leistes superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul			2														9		1					B	I	Ca, Pa, Ci, AA
<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe					4	4	6	1		6	7	1			2	8	4							B	I	F, Ci, AA
<i>Icterus croconotus</i>	joão-pinto																	1							B	O	F, Ga, Ci
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	encontro																		4						B	I	Br, Ci
<i>Gnorimopsar chopi</i>	passaro-preto	6	14		9	4	8		4	19	18	12	17	8	12	17	33	22	29	3					B	O	Ca, Pa, AA
<i>Chrysomus ruficapillus</i>	garibaldi	1																							B	G	Pa, Ci
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	chupim-do-brejo				1						5	5	13						1						B	O	Ca, Ci, Br
<b>Parulidae</b>																											

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Campanhas																	End	MIG	MMA	IUCN	CITES	SD	D	Habitat					
		ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	ago-21	fev-22									ago-22	fev-23			
<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita					3	1									6			5								M	I	F, Ci, Ga		
<i>Myiothlypis leucophrys</i>	pula-pula-de-sobrancelha			2	2			2							1											CE, E	M	I	Ga, Ci		
<i>Myiothlypis flaveola</i>	canário-do-mato			3		1	2	2		1							2	6	8							M	I	F, Ga			
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	19	15		6		3	11	7	12	2		1	9		1	5		2	9						B	I	F, Ga			
<b>Thraupidae</b>																															
<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto																		2								B	I	F		
<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo											2	1						1								B	G	Ca, Pa, Br		
<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto													1													B	F	F, Ga		
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha	1	3	3	5	3	8	6	4	9	6						1			7							NO	B	F	F, Ci, Ga, AA	
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor						1	1							2		2										B	O	F, Ci, Ga		
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	6	4	3	7	3	3	1	2	6	1		2	4	2	2	3		2	3							B	F	F, Ci, Ga, AA		
<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro					4		1		2	3		1	4	2	3	4	3	3	1							CE	M	G	F, Ce	
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro		2	1		2	1	1	2	4	6	2		2	2	2	3										B	I	F, Ci, Ga, AA		
<i>Coereba flaveola</i>	cambacica																		1								B	N	Ci, Pa, F		
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu		3	9		1	9	4	8		6	13		13	18	24	12	26	29	1								NO	B	G	Pa, Ca, Ce, AA
<i>Eucometis penicillata</i>	pipira-da-taoca				2	1																						M	I	F, Ga, Ci	
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	tico-tico-rei	6	1	3	3	2	3	14	7	7	6	5	12	6	9	6	7	4	5	5								B	O	F, Ce, AA	
<i>Sporophila lineola</i>	bigodinho					4																						M(S)	B	G	Ca, Ci, Pa, AA
<i>Sporophila collaris</i>	coleiro-do-brejo									2									2									B	G	Ci, Ca, Pa, Br	
<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho						5												6									B	G	Ca, Pa, AA	
<i>Sporophila hypoxantha</i>	caboclinho-de-barriga-vermelha					2																					M(S)	VU	B	G	Ca, Ci, Pa, AA
<i>Sporophila angolensis</i>	curió																		2	2								B	G	Ab	
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	5	33	18	8	14	1	2	4	18	26	13	14	29	35	35	32	18	2	5								B	G	F, Ci, Ga, AA	
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzento	19	16	8	6	7	13	12	9	1	9	15	11	1	18	1	18	6	16	1								B	O	F, Ga, AA	
<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro			5		2	7	3	3		2	8	1	14	7	2	1	1										B	O	F, Ga, AA	
<i>Stilpnia cayana</i>	saíra-amarela	1		1	3	3	1	2	2	8	1		1	1						11	9							M	F	F, Ga, Ce, Ca	

## ANEXO III



Espécies da mastofauna não-voadora registradas durante o monitoramento na PCH Verde 4, 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=semiaquático; 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. **Status da espécie:** DD=dados insuficientes; Ex=exótica; NT=quase ameaçado; VU=vulnerável. **Campanhas:** 1ª=setembro/2016; 2ª=novembro/2016; 3ª=fevereiro/2017; 4ª=maio/2017; 5ª=agosto/2017; 6ª=novembro/2017; 7ª=fevereiro/2018; 8ª=maio/2018; 9ª=agosto/2018; 10ª=novembro/2018; 11ª=fevereiro/2019; 12ª=agosto/2019; 13ª=fevereiro/20; 14ª=setembro/20; 15ª=fevereiro/21; 16ª=agosto/21; 17ª=fevereiro/2022; 18ª=agosto/2022; 19ª=fevereiro/2023.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas																			Dieta	Hábito	Status
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17a	18a	19a			
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>																							
<b>Didelphidae</b>																							
<i>Chironectes minimus</i>	cuíca-d'água	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ps	SA	
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	0	2	2	4	0	2	9	6	1	4	5	3	4	8	7	2	0	2	3	Fr/On	Sc	
<i>Gracilinanus agilis</i>	cuíca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	4	1	In/On	Ar	
<i>Marmosa cf. paraguayana</i>	catita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	In/On	Sc	
<i>Marmosa murina</i>	cuíca	3	4	4	5	6	1	1	1	0	0	1	3	2	5	3	0	2	3	2	In/On	Sc	
<b>CINGULATA</b>																							
<b>Chlamyphoridae</b>																							
<i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-do-rabo-mole	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Myr	SF	
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	1	2	1	2	2	2	2	1	0	2	0	0	1	4	2	4	3	3	1	In/On	SF	
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	2	2	Myr	SF	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Dasypodidae</b>																							
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	2	0	0	1	0	2	1	3	1	4	0	0	1	1	4	3	3	3	5	In/On	SF	
<b>PILOSA</b>																							
<b>Myrmecophagidae</b>																							
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	1	1	0	1	1	2	0	8	8	2	1	3	1	1	5	3	8	4	2	Myr	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	Myr	Sc	
<b>PRIMATES</b>																							
<b>Atelidae</b>																							
<i>Alouatta caraya</i>	bugio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fo/Fr	Ar	NT <sup>1</sup>
<b>Cebidae</b>																							
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego	0	0	3	5	0	0	5	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1	7	Fr/On	Ar	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>LAGOMORPHA</b>																							
<b>Leporidae</b>																							
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	Hb	Te	
<b>CARNIVORA</b>																							
<b>Canidae</b>																							
<i>Canis lupus familiaris</i>	cachorro-doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	Ca/On	Te	Ex
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	2	4	6	2	2	6	3	15	5	4	3	3	6	5	10	4	3	5	5	In/On	Te	
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	Ca/On	Te	NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	In/On	Te	NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Felidae</b>																							
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Ca	Te	VU <sup>2</sup>
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaririca	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	Ca	Sc	
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Ca	Te	VU <sup>1</sup> EN <sup>2</sup>
<i>Puma concolor</i>	onça-parda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	Ca	Te	
<b>Mephitidae</b>																							
<i>Conepatus semistriatus</i>	jaritaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	In/On	Te	
<b>Mustelidae</b>																							
<i>Eira barbara</i>	irara	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	3	0	0	1	Fr/On	Te	
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	Ps	SA	NT <sup>1</sup>
<b>Procyonidae</b>																							
<i>Nasua nasua</i>	quati	1	1	0	0	1	0	0	0	3	3	1	16	0	1	0	0	0	1	0	Fr/On	Sc	


ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas																			Dieta	Hábito	Status
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17a	18a	19a			
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	4	1	1	0	1	1	1	2	3	1	0	2	4	2	3	1	5	0	1	Fr/On	Sc	
<b>PERISSODACTYLA</b>																							
<b>Tapiriidae</b>																							
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	4	2	3	6	6	5	7	6	5	7	8	6	7	8	10	8	4	4	4	Hb/Fr	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>CETARTIODACTYLA</b>																							
<b>Bovidae</b>																							
<i>Bos taurus</i>	gado-doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	Hb/Fr	Te	Ex
<b>Cervidae</b>																							
<i>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal	0	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	Hb	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	3	0	0	Fr/Hb	Te	
<i>Mazama sp.</i>	veado	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Hb	Te	
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Hb	Te	NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<i>Subulo gouazoubira</i>	veado-catingueiro	3	0	2	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	Fr/Hb	Te	
<b>Tayassuidae</b>																							
<i>Dicotyles tajacu</i>	cateto	1	0	3	0	2	0	0	0	9	3	9	3	5	2	3	13	0	3	21	Fr/Hb	Te	
<i>Tayassu pecari</i>	queixada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	Fr/Hb	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>RODENTIA</b>																							
<b>Caviidae</b>																							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	4	0	5	3	3	3	2	5	4	3	1	3	5	10	3	9	13	18	23	Hb	SA	
<b>Cricetidae</b>																							
<i>Calomys callosus</i>	rato-do-chão	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Calomys cf. tener</i>	rato-do-chão	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Hb/On	Te	
<i>Calomys sp.</i>	rato-do-chão	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Cerradomys cf. scotti</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Cerradomys maracajuensis</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Cerradomys sp.</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	2	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Necomys sp.</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Fr/On	Te	
<i>Necomys sp.</i>	rato-d'água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/On	SA	
<i>Necomys squamipes</i>	rato-d'água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Fr/On	SA	
<i>Oecomys bicolor</i>	rato-da-árvore	2	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	4	0	1	0	3	0	0	0	Fr/Gr	Ar	
<i>Oecomys sp.</i>	rato-da-árvore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	1	1	0	Fr/Gr	Ar	
<i>Oligoryzomys sp.</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	2	4	0	0	1	Fr/Se	Sc	
<i>Rhipidomys sp.</i>	rato-da-árvore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Ar	
<b>Cuniculidae</b>																							
<i>Cuniculus paca</i>	paca	1	1	1	3	4	3	2	1	5	6	5	1	3	3	5	1	3	1	2	Fr/Hb	Te	
<b>Dasyproctidae</b>																							
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia	0	0	0	0	2	1	1	0	0	4	8	4	1	0	2	0	1	0	2	Fr/Gr	Te	DD <sup>1</sup>
<b>Erethizontidae</b>																							
<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	Fr/Fo/Se	Ar	

IUCN<sup>1</sup>; MMA<sup>2</sup>

## ANEXO IV

14/04/2016

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: <b>2016/02310</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 09		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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : COORDENAÇÃO, ICTIOFAUNA E ELABORAÇÃO DO PTA - MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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 DO MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA AMBIENTAL (PTA) PARA O MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 6.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 14/4/16		Data:	
Assinatura do Profissional  <b>José Milton Longo</b> CRBio 23264/01-D		Assinatura e Carimbo do Contratante  <b>FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA</b> <b>José Carlos Chaves dos Santos</b>	
			
<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: 1965.2261.9792.7323**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



14/04/2016

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: <b>2016/02307</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 09		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 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 4, 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 DA MASTOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 6.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data:	Data: 14/4/16		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
			
			 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: 2607.3904.1749.9593**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

14/04/2016

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: <b>2016/02311</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: ANA LUIZA CESQUIN CAMPOS		3.Registro no CRBio: 043731/01-D	
4.CPF: 894.232.671-49	5.E-mail: analuza@fibracon.com.br		6.Tel: (67)3361-1142
7.End.: RUA CAMUVRANO 104		8.Compl.:	
9.Bairro: JARDIM PANAMÁ	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79112-201
<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 09		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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : HERPETOFAUNA - MONITORAMENTO DA HERPETOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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 : EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DO GRUPO DA HERPETOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 14/04/16	Data: 14/4/16		
Assinatura do Profissional <i>Ana Luiza C. Campos</i>	Assinatura e Carimbo do Contratante FIBRAcon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA <i>José Milton Longo</i>		
<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: 6761.6802.4961.2806**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



14/04/2016

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: <b>2016/02314</b>
<b>CONTRATADO</b>			
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
<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 09	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 Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : AVIFAUNA - MONITORAMENTO DA AVIFAUNA DA PCH VERDE 4, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: ÁGUA 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 : EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DO GRUPO DA AVIFAUNA DA PCH VERDE 4, 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\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: ABR/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 14/04/16 Assinatura do Profissional		Data: 14/04/16 Assinatura e Carimbo do Contratante FIBRACon-CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA José Milton Longo	
<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: 2745.4042.2828.1301**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

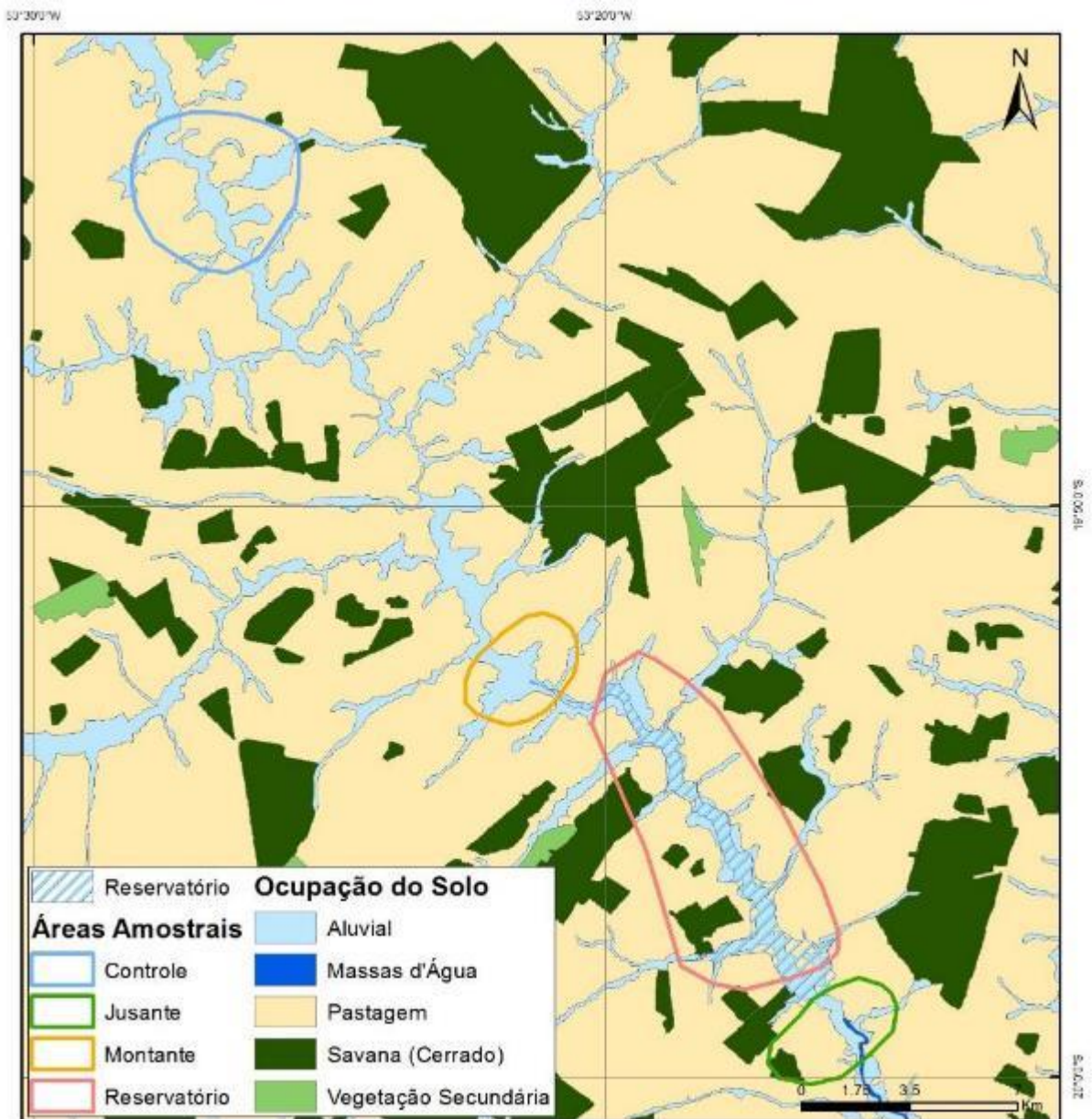
<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2020/05756</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: GIOVANE LIMA VILHANUEVA		3.Registro no CRBio: 116812/01-D	
4.CPF: 050.041.091-76	5.E-mail: giovane.vilhanueva@gmail.com		6.Tel: (67)3201-8487
7.End.: MADRESSILVA 432		8.Compl.:	
9.Bairro: CARANDA BOSQUE	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79032-380
<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: 79.040860	22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : MASTOFAUNA - MONITORAMENTO DA MASTOFAUNA DA PCH VERDE 4, 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 : EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DO GRUPO DA MASTOFAUNA DA PCH VERDE 4, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE A FAUNA LOCAL.			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: JUL/2020	35.Término: MAI/2024
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			 CRBio-01
Data: 29/07/20 Assinatura de Giovane Lima Vilhanueva CRBio 116812/01-D 	Data: 29/07/20 Assinatura e Carimbo do Contratante 		
<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: 1729.2611.3552.4808**


OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

## ANEXO V





## ANEXO VI

		GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR - SEMAGRO INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - IMASUL AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA MANEJO DE FAUNA <i>IN SITU</i>	
RAA Nº: 012/2016	VERSÃO: 1.0	VALIDADE: 30/09/2024	PROCESSO Nº:71/402742/2020
<b>ATIVIDADE:</b> Monitoramento.			
<b>REQUERENTE:</b> SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. CNPJ: 11.151.033/0001-59. <b>EMPREENDIMENTO:</b> PCH VERDE 4. <b>MUNICÍPIO:</b> ÁGUA CLARA. <b>LOCALIZAÇÃO:</b> Rodovia 357, KM 85. <b>BACIA HIDROGRÁFICA:</b> Paraná – UPG Verde.			
<b>CONSULTORIA:</b> FIBRACON – CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS LTDA. CNPJ: 08.374.309/0001-53. <b>ENDEREÇO:</b> Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 09 – CEP 79.040-960 – Campo Grande/MS.			
<b>OBJETIVO:</b> Monitorar a fauna registrada para a área do empreendimento antes, durante e após o enchimento do reservatório, garantindo o banco de dados a fim de auxiliar nas diferentes estratégias de manejo de fauna silvestre ocorrente na região de inserção do empreendimento, PCH Verde 4.			
<b>COORDENADOR GERAL DA ATIVIDADE E EQUIPE TÉCNICA:</b>			
José Milton Longo	CRBio:023264/01/CPF:085.222.128-21	Coordenação/Ictiofauna	
José Carlos C. dos Santos	CRBio:018769/01/CPF:294.004.141-53	CoordenaçãoMastofauna	
Giovane Lima Vilhanueva	CRBio:116812/01/CPF:050.041.091-76	Mastofauna	
Ana Luiza Cesquin Campos	CRBio:043731/01/CPF:894.232.671-49	Herpetofauna	
Thiago Mateus Breda	CRBio:068722/01/CPF:055.842.549-67	Avifauna	
Fábio Ricardo da Rosa	CRBio:040701/01/CPF:891.889.771-53	Ictiofauna	
<b>PERÍODO DA(S) CAMPANHA(S):</b> campanhas de 4 dias em fevereiro e agosto de 2021,2022,2023 e 2024.			
<b>ÁREAS AMOSTRAIS:</b> UTM 22K			
<b>Pontos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Coordenadas</b>	
01	Controle	243303.00 mE	7814962.00 mS
02	Montante	252955.00 mE	7799808.00 mS
03	Reservatório	256548.00 mE	7799196.00 mS
04	Jusante	262489.00 mE	7789323.00 mS
<b>PETRECHOS:</b> armadilhas de metal, armadilhas de interceptação e queda (pitfalls), armadilhas fotográficas, redes de espera (15-30-40-50-60-70-80-100-120mm), tarrafa (malha 25mm), rede de arrasto (malha 3 mm) e binóculo.			
<b>METODOLOGIAS E ESFORÇOS AMOSTRAIS:</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Métodos</b>	<b>Esforço a ser utilizado</b>	
Herpetofauna	Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls)	Serão instaladas 03 armadilhas em cada ponto amostral, com vistoria pelo menos uma vez ao dia. O esforço amostral será de 12/baldes/noite e 48 baldes/campanha, permanecendo 72horas/campanha.	
	Busca ativa	Será realizada nas quatro áreas amostrais sendo 6 horas por dia e 24 horas/campanha.	
	Zoofonia	Amostragem de anuros, no período noturno nos sítios de reprodução, por duas horas, totalizando 08 horas/campanha.	
Avifauna	Pontos de escuta e transectos	As observações ocorrerão nas primeiras quatro horas da manhã, nas últimas quatro horas da tarde e nas duas primeiras da noite, totalizando 10 horas de amostragem por área e 40 horas/campanha.	
Mastofauna	Busca ativa (vestígios diretos e indiretos)	Serão realizadas caminhadas ao amanhecer e ao anoitecer, durante seis horas por área amostral, totalizando 24 horas/campanha.	
	Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls traps)	Serão instaladas três armadilhas compostas cada uma de 4 baldes, em cada área amostral, totalizando 48 baldes/noite/campanha e 72 horas/campanha.	
	Armadilhas fotográficas	Serão instaladas câmeras trap nas áreas amostrais por três noites consecutivas, 36 horas/campanha.	



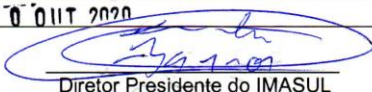
Ictiofauna	Armadilhas de metal (Sherman e Tomahawk)	Serão instaladas 10 armadilhas de cada tipo por área, durante 03 noites, 36 horas/campanha.
	Redes de espera (malhas: 15-30-40-50-60-70-80-100-120mm)	Serão armadas ao entardecer e retiradas pela manhã, ficando 12 horas abertas por dia e 36 horas/campanha.
	Tarrafa (malha 25mm)	Serão realizados 50 lances em cada ponto amostral.
	Rede de arrasto (malha 3mm)	Três lances em cada ponto amostral.

**DESTINAÇÃO DO MATERIAL:** Coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal de MS – UFMS.

**Deverão ser observadas as seguintes condicionantes:**

1. Esta autorização aprova ambiental a execução das atividades relativas ao monitoramento de fauna terrestre e ictiofauna na área de influência da PCH Verde 4 e transporte, quando couber, de exemplares para a UFMS;
2. As capturas deverão ser realizadas, com os petrechos e métodos mencionados nesta autorização;
3. Os exemplares capturados e identificados no local que não necessitem de sacrifício deverão ser manuseados em tempo para sua devolução ao ambiente em condições de sobrevivência;
4. As redes de espera utilizadas na coleta de peixes devem ser vistoriadas no máximo de 12/12 horas e retiradas dos locais de coleta após o término dos trabalhos;
5. As armadilhas devem ser posicionadas em locais e horários de acordo com a biologia da espécie ou comunidade, e sua revisão deve ser efetuada no menor tempo possível, considerando a temperatura e insolação locais, buscando reduzir o estresse e o sofrimento do animal (Portaria CFBio nº 148/2012);
6. As armadilhas de interceptação e queda (pitfalls) devem ser retiradas dos locais de captura ou permanecer tampadas entre os períodos de amostragem. Estas devem possuir dispositivos de segurança contra afogamentos e hipotermia/hipotermia, como furos na base dos baldes, colocação de folhas, gravetos e vasilhas d'água. As vistorias devem ser, no mínimo, diárias (preferencialmente matutinas);
7. Adotar os métodos e procedimentos de eutanásia, quando for o caso, previstos na Resolução CFMV nº 1000/2012 e na Resolução CFBio nº 301/2012;
8. Em caso de ocorrência, no local do empreendimento, de focos epidemiológicos, fauna potencialmente invasora, inclusive doméstica, ou fauna sinantrópica ou exótica nociva, os espécimes deverão ser destinados de acordo com a IN IBAMA nº 141/2006;
9. Animais exóticos (cuja distribuição geográfica não inclua o território brasileiro) capturados não devem ser soltos e sim eutanasiados conforme previsão da condicionante 07;
10. Apresentar carta de recebimento das instituições depositárias contendo a lista e a quantidade dos animais recebidos, bem como a lista de marcação individual e permanente utilizada em cada espécime. Os espécimes oriundos desta autorização não poderão ser comercializados;
11. Informar à Polícia Militar Ambiental/MS da região sobre dos trabalhos de captura (datas e locais);
12. Durante a execução das atividades a equipe deverá portar esta Autorização para efeito de fiscalização;
13. Qualquer alteração no projeto, equipe, período e/ou metodologia deverão ser previamente autorizadas pelo IMASUL;
14. Envio de relatório final com os dados consolidados das campanhas à Gerência de Recursos Pesqueiros e Fauna – GPF/IMASUL, em formato digital, conforme termo de referência disponível no site do IMASUL, num prazo de 60 (sessenta) dias após o vencimento desta autorização;
15. Para a captura em Unidades de Conservação Estaduais esta Autorização não isenta da Autorização Ambiental de Pesquisa em UC's no Estado;
16. O IMASUL reserva-se ao direito de a qualquer momento e de acordo com as normas legais, exigir melhorias e/ou alterações na execução das atividades;
17. A presente Autorização não dispensa e nem substitui outras Licenças, Autorizações, Alvarás ou Certidões de qualquer natureza exigidas pela legislação federal, estadual ou municipal;
18. Esta autorização NÃO PERMITE:
  - I. Captura/coleta/transporte/soltura de espécimes em área particular sem o consentimento do proprietário;
  - II. Coleta de material biológico por técnicos não listados nesta autorização;
  - III. Exportação de material biológico;
  - IV. Acesso ao patrimônio genético nos termos da regulamentação constante no Decreto nº 8.772/2016 e na Lei nº 13.123/2015.
19. O IMASUL, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização, sem prejuízo da adoção das outras medidas punitivas administrativas e judiciais, quando ocorrer:
  - I. Violação ou inadequação de quaisquer das condicionantes acima descritas ou normas legais;
  - II. Omissão ou falsa descrição das informações relevantes que subsidiarem a expedição da Autorização;
  - III. Superveniência de graves riscos ambientais e à saúde.
20. Admitindo-se a renovação, deverá esta, encontrar-se em conformidade com o disposto nos Artigos 32 e 35 e da Resolução SEMADE nº 09/2015.

Local e data: Campo Grande, 30 de Maio de 2023

  
 Diretor Presidente do IMASUL

## **ANEXO 05**

# **PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)**

**SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.**

**PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)**

**RELATÓRIO TÉCNICO**

**1º semestre de 2023**

**RIBAS DO RIO PARDO - MS**

**AGOSTO DE 2023**

## Sumário

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	3
2. APRESENTAÇÃO .....	3
3. INTRODUÇÃO .....	3
4. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	3
5. METODOLOGIA .....	4
6. RESULTADOS .....	4
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	10
8. ANEXOS .....	10

## **1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

**SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.**

**Pequena Central Hidrelétrica Verde 4**

Endereço: Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural

CNPJ: 11.151.033/0001-59

Município: Ribas do Rio Pardo – MS

**RLO nº 481/2018 – Processo 71/400636/2018**

## **2. APRESENTAÇÃO**

O presente documento apresenta os resultados da vistoria técnica realizada no mês de julho de 2023 para verificação do desenvolvimento das atividades realizadas no ano de 2019 nas áreas de PRADE da PCH Verde 4, em atendimento à condicionante nº 3 da Licença de Operação nº 481/2018 emitida pelo IMASUL.

## **3. INTRODUÇÃO**

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADE) apresenta as medidas adotadas na recuperação das áreas diretamente afetadas durante a implantação, o uso e a desmobilização do canteiro de obras, visando a redução dos impactos causados pela implantação da PCH Verde 4.

## **4. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

A PCH Verde 4 está instalada no rio Verde, no município de Ribas do Rio Pardo, distante 248 km de Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul.

## 5. METODOLOGIA

A vistoria das áreas de PRADE foi realizada por meio de fotografias aéreas com Drone, abrangendo uma visão geral das áreas de recuperação, considerando-se as áreas onde foram empregadas técnicas de recuperação da vegetação:

- a) Áreas dos Escritórios, Refeitório e Área de Vivência,
- b) Áreas da Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem;
- c) Áreas de Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos;
- d) Área de Armação, Central de Carpintaria, Almoxarifado Civil e Eletrotécnica
- e) Área de Empréstimo de Argila;
- f) Área do Escritórios de apoio próximo a subestação (MD);
- g) Área de Captação de água à jusante do barramento (MD);
- h) Área Jusante do barramento (área ampliada do canteiro);
- i) Área Acesso provisório à jusante (ME).

## 6. RESULTADOS

Os resultados são apresentados comparando-se as fotos aéreas obtidas para cada área nas últimas campanhas realizadas.

### a) Áreas dos Escritórios, Refeitório e Área de Vivência

Na campanha de monitoramento realizada pela ACARI, em maio de 2021, foi relatado a observação do crescimento das espécies semeadas durante o PRADE realizado em novembro de 2019. Na campanha de 2022 realizada pela Cedro observou-se o aumento de cobertura vegetal por espécies herbáceas e arbóreas esparsas.



Na campanha de junho de 2023, a área apresentou boa cobertura por espécies herbáceas e arbóreas esparsas.



**Figura 1** - Imagem aérea da área anteriormente ocupada pelo escritório, refeitório e área de vivência. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

#### **b) Áreas da Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem**

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 foi verificado o desenvolvimento de gramíneas, ascendendo a cobertura do solo de 60% para aproximadamente 80%, por gramíneas e espécies arbustivas.

Nas campanhas realizadas pela CEDRO no ano de 2022, foi visível o aumento da biomassa e da cobertura vegetal, bem como o ingresso de novos indivíduos e a regeneração de outros.

Na campanha de junho de 2023 observou-se o aumento da biomassa e da cobertura vegetal, não havendo mais pontos de solo exposto.



**Figura 2** - Imagem aérea da área anteriormente ocupada pela Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

### c) Áreas de Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 observou-se que desenvolvimento das espécies semeadas estava de acordo com o esperado, com a cobertura do solo por gramíneas maior que 80%.

Nas campanhas realizadas pela CEDRO no ano de 2022 a área apresentava boa cobertura por espécies herbáceas.

Na campanha de junho de 2023 observou-se o aumento da biomassa e da cobertura vegetal.



**Figura 3** - Imagem aérea da área anteriormente ocupada pela Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

### d) Área de Armação, Central de Carpintaria, Almojarifado Civil e Eletrotécnica

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 foi observado que as plântulas haviam se desenvolvido, bem como a cobertura do solo, estava acima dos 90%, permanecendo estabilizada até a campanha de novembro de 2021.

Nas campanhas realizadas pela CEDRO no ano de 2022 a área se encontrava totalmente recoberta por herbáceas e com início de regeneração arbórea.

Na campanha de junho de 2023 observou-se que a área permaneceu estabilizada.





**Figura 4** - Imagem aérea da antiga Área de Armação, Central de Carpintaria, Almoarifado Civil e Eletrotécnica. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

### e) Área de Empréstimo de Argila

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 verificou-se uma evolução significativa no desenvolvimento de gramíneas e espécies arbustivas, com aproximadamente 60% de cobertura vegetal.

Nas campanhas realizadas pela CEDRO em 2022 constatou-se que a maior parte da área se encontrava recoberta por vegetação herbácea, inclusive, foi identificada a colonização por espécies arbóreas como *Machaerium* sp., *Rourea induta* e *Duguetia furfurcea*.

Na campanha de junho de 2023 observou-se o aumento da biomassa e da cobertura vegetal.



**Figura 5** - Imagem aérea da antiga Área de Empréstimo de Argila. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

#### f) Área do Escritórios de apoio próximo a subestação (MD)

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 foi constatada uma cobertura vegetal por gramíneas e espécies arbóreas maior que 90%.

Nas campanhas realizadas pela CEDRO em 2022 a área se encontrava totalmente recoberta por gramíneas, inclusive, já apresentava o ingresso de algumas árvores como *Trema micranta*.

Na campanha de junho de 2023 observou-se o aumento da biomassa e da cobertura vegetal.



**Figura 6** - Imagem aérea da antiga Área do Escritórios de apoio próximo a subestação. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

#### g) Área de Captação de água à jusante do barramento (MD)

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 notou-se a germinação do banco de sementes, com o solo da área do PRADE apresentando cerca de 60% de cobertura por gramíneas.

Nas campanhas realizadas pela CEDRO em 2022 foi visível o aumento da biomassa e da cobertura vegetal.

Na campanha de junho de 2023 observou-se o ingresso de algumas espécies herbáceas.



**Figura 7** - Imagem aérea da antiga Área de Captação de água à jusante do barramento.

#### **h) Área Jusante do barramento (área ampliada do canteiro)**

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 foi observado uma falha no estabelecimento de gramíneas, que se manteve sem regeneração visível.

Na campanha de junho de 2023 observou-se o aumento da biomassa e da cobertura vegetal, mas ainda com parte do solo exposto.



**Figura 8** - Imagem aérea da Área Jusante do barramento. Esquerda: 2021; Direita: Junho de 2023.

#### **e) Área Acesso provisório à jusante (ME)**

Nas campanhas realizadas pela ACARI no ano de 2021 foi verificado o desenvolvimento e manutenção de gramíneas nos taludes cobertos com biomanta.



Nas campanhas realizadas pela CEDRO em 2022 constatou-se que a área de acesso provisório à jusante encontra-se completamente revestida por grama em leiva plantada.

Na campanha de junho de 2023 observou-se que a área permaneceu estabilizada.



**Figura 9** - Imagem aérea da área Acesso provisório à jusante. Esquerda: 2022; Direita: Junho de 2023.

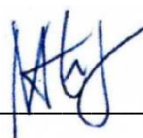
## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, as áreas denotam certa estabilidade em relação a cobertura vegetal do solo por herbáceas e gramíneas, sejam elas, provenientes de banco de sementes existentes ou de semeadura, além do ingresso e regeneração de indivíduos arbóreos.

Quando comparada a cobertura vegetal nas mesmas áreas nos monitoramentos anteriores, é visível o aumento da biomassa e da cobertura vegetal, bem como o ingresso de novos indivíduos e a regeneração de outros.

## 8. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica



---

**Mateus Assunção Silveira**  
Responsável Técnico



## ANEXO I

23/06/2020

ART - Atribuição de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2020/04660</b>
CONTRATADO			
2.Nome: MATEUS ASSUNCAO SILVA MOURA		3.Registro no CRBio: 053651/01	
4.CPF: 990.795.930-87	5.E-mail: mateus.as@terra.com.br		6.Tel: (54)3021-3358
7.End.: PINHEIRO MACHADO 1417		8.Compl.: 201	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade: CAXIAS DO SUL	11.UF: RS	12.CEP: 95020-172
CONTRATANTE			
13.Nome: BROOKFIELD ENERGIA RENOVAVEL			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 02.808.298/0001-96	
16.End.: AVENIDA ALMIRANTE JULIO DE SA BIERRENBACH 200			
17.Compl.: 401		18.Bairro: JACAREPAGUA	19.Cidade: RIO DE JANEIRO
20.UF: RJ	21.CEP: 22775-028	22.E-mail/Site: www.brookfieldrenewable.com	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 2. Ocupação de cargo/função Cargo/função que ocupa : Cargo/função técnica;			
24.Identificação : COORDENADOR DE MEIO AMBIENTE DA REGIONAL OESTE			
25.Município de Realização do Trabalho: RIBAS DO RIO PARDO			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGO, ENG. AGRÔNOMO, ENG. QUÍMICO, ENG. CIVIL	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES E NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA USINA DA CIA., COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES E PROPOSTAS AMBIENTAIS DAS FCLB E UNEDS DA REGIONAL OESTE. ELABORAÇÃO, REVISÃO, IMPLANTAÇÃO E TREINAMENTOS NOS PROCEDIMENTOS DO SGA, NAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO, NO PGRS, NOS PLANOS INTERNOS DA EMPRESA E NA ELABORAÇÃO E REVISÃO DE RELATÓRIOS TÉCNICOS. MUNICÍPIOS DE RIBAS DO RIO PARDO, ÁGUA CLARA, PARAÍSO DAS ÁGUAS, SÃO GABRIEL DO OESTE (MS) E ITIQUERA, RONDONÓPOLIS (MT).			
32.Valor: R\$ 6.000,00	33.Total de horas: 40	34.Início: JUN/2020	35.Término:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 23/06/2020 Assinatura do Profissional 	Data: 23/06/2020 Assinatura e Carimbo do Contratante 		
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: 6309.8191.9133.1075**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



## **ANEXO 06**

# **PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO**



# PROGRAMA DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS

Relatório Técnico de Monitoramento  
1º semestre de 2023

## PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A.

Água Clara - MS

Julho de 2023



Acari Ambiental Eireli EPP  
Rua Padre João Crippa, Bairro Monte Castelo, CEP: 79010-180  
(67) 3222-6201 / (67) 99289-7692  
[atendimento@acariambiental.com.br](mailto:atendimento@acariambiental.com.br)

## ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO.....	3
2. APRESENTAÇÃO.....	4
3. INTRODUÇÃO .....	4
4. OBJETIVOS .....	5
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
6. ÁREA DE ESTUDO.....	6
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	8
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
10. ANEXOS .....	16





## 1. IDENTIFICAÇÃO

### CONTRATANTE

#### **PCH Verde 4 – Savana Geração de Energia S.A.**

Endereço: Rodovia MS 245, S/N – km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/ MS

Município: Água Clara/MS

CNPJ: 11.151.033/0001-59

### CONTRATADA

#### **Acari Sustentabilidade – Acari Ambiental Eireli EPP**

Endereço: Avenida Padre João Crippa, 2552, Monte Castelo,

Campo Grande – MS CEP: 79.010-180

CNPJ: 10.763.667/0001-08

Inscrição Estadual: 28427641-3

Site: [acarisustentabilidade.com.br](http://acarisustentabilidade.com.br)

E-mail: [atendimento@acariambiental.com.br](mailto:atendimento@acariambiental.com.br)

Tel.: (67) 3222-6201

### 1.1. RESPONSÁVEL TÉCNICO



**Rosa Helena da Silva**  
Bióloga Responsável  
CRBio 086063 – 1ª Região



## 2. APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve os resultados obtidos durante a campanha do Programa de Controle de Processos Erosivos realizada em 25 de maio de 2023, referente ao primeiro semestre de 2023, na área de influência da PCH Verde 4, localizada no município de Água Clara, estado de Mato Grosso do Sul, em atendimento às condicionantes da Licença de Operação no 481/2018 expedida em 26/12/2018 pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL/MS).

## 3. INTRODUÇÃO

A erosão e a perda de solo são processos naturais e presentes na dinâmica do planeta há milhares de anos. Caracteriza-se como eventos físicos de deslocamento de matéria sólida, composta principalmente por solo, rochas e vegetação, e desencadeados pela ação de águas pluviais, mares, geleiras ou ventos (HIGHLAND *et al.*, 2008). Na maioria das vezes os processos erosivos são intensificados por alterações humanas significativas na região de ocorrência de eventos como, por exemplo, desmatamento ou práticas de cultivo inadequadas (LEINZ E AMARAL, 1982), ou ainda por reestruturação inadequada do solo.

Em empreendimentos hidrelétricos, as erosões marginais em reservatórios podem decorrer da ação direta de fatores naturais como chuva intensa e (ou) contínua, ventos sobre as margens, constantes impactos de ondas, infiltrações de água no terreno (MORAES, 2016; HIGHLAND *et al.*, 2008), bem como das atividades humanas como limpeza do terreno até as atividades de movimentação de terra para a implantação de canteiros de obras e barramento.

Tais processos resultam em danos às áreas localizadas às margens do reservatório e no carreamento de grande quantidade de sedimentos que se depositam no leito dos cursos d'água, culminando em assoreamento dos reservatórios, diminuição de seu volume e da vida útil à geração de energia (MORAES, 2016).

A compreensão da gênese do processo erosivo requer o estudo do seu entorno e monitoramento do processo, a fim de mensurar a velocidade de evolução deste. Em



posse dos diversos dados, deve-se correlacioná-los para a identificação dos fatores que são contribuintes, ou atenuantes, à evolução do processo erosivo em questão.

Com uma abordagem preventiva e de correção, o monitoramento contínuo da PCH Verde 4 tem como objetivo identificar possíveis pontos de processos erosivos e potenciais riscos de deslizamento de taludes. Essa estratégia visa preservar a integridade do solo na área do empreendimento, assegurar a qualidade da água no reservatório e manter a solidez das estruturas civis do empreendimento.

#### 4. OBJETIVOS

- Identificar novas áreas com potencial para desenvolvimento de processos erosivos e/ou desestabilização de taludes;
- Localizar e identificar processos erosivos existentes;
- Monitorar as áreas identificadas quanto à estabilidade ou efetividade das ações de mitigação e/ou correção adotadas;
- Recomendar ações preventivas e mitigadoras para coibir a formação de novos focos de processos erosivos e/ou deslizamento de encostas;
- Apresentar relatórios periódicos evidenciando as ações preventivas, de mitigação e corretivas adotadas pelo empreendedor.

#### 5. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas visitas *in loco* com utilização de automóvel, deslocamentos a pé e por levantamento de aeronave remotamente controlada (DRONE). Os procedimentos foram:

- Vistoria da área do empreendimento como um todo com a finalidade de identificar ou localizar processos erosivos já estabelecidos ou com potencial para serem desenvolvidos;
- Vistoria das áreas detectadas anteriormente com processos erosivos iniciais;
- Entrevista com os funcionários sobre a existência de áreas sensíveis ainda não identificadas ou catalogadas;
- Levantamento de DRONE para identificar ou localizar processos erosivos já estabelecidos ou com potencial para serem desenvolvidos.



Os processos erosivos são 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:** resultante da combinação de vários tipos de erosão, formando grandes crateras que costumam atingir o lençol freático ou estruturas internas dos solos.

## 6. ÁREA DE ESTUDO

### 6.1. ACESSO

A PCH Verde 4 está implantada no Rio Verde, bacia do Rio Paraná, com suas estruturas inseridas na área rural do município de Água Clara. A casa de força encontra-se nas coordenadas 19°58'49,87"S e 53°16'19,81" W.

O acesso ao local é possível a partir de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, seguindo até Ribas do Rio Pardo via rodovia BR- 262. Partindo do município de Ribas do Rio Pardo, fazer trajeto sobre a estrada vicinal MS-357.

### 6.2. ÁREA DE MONITORAMENTO

Para organizar a coleta e análise dos dados, foram definidas duas áreas de monitoramento principais (Figura 1), subdividindo a propriedade da PCH Verde 4 em:

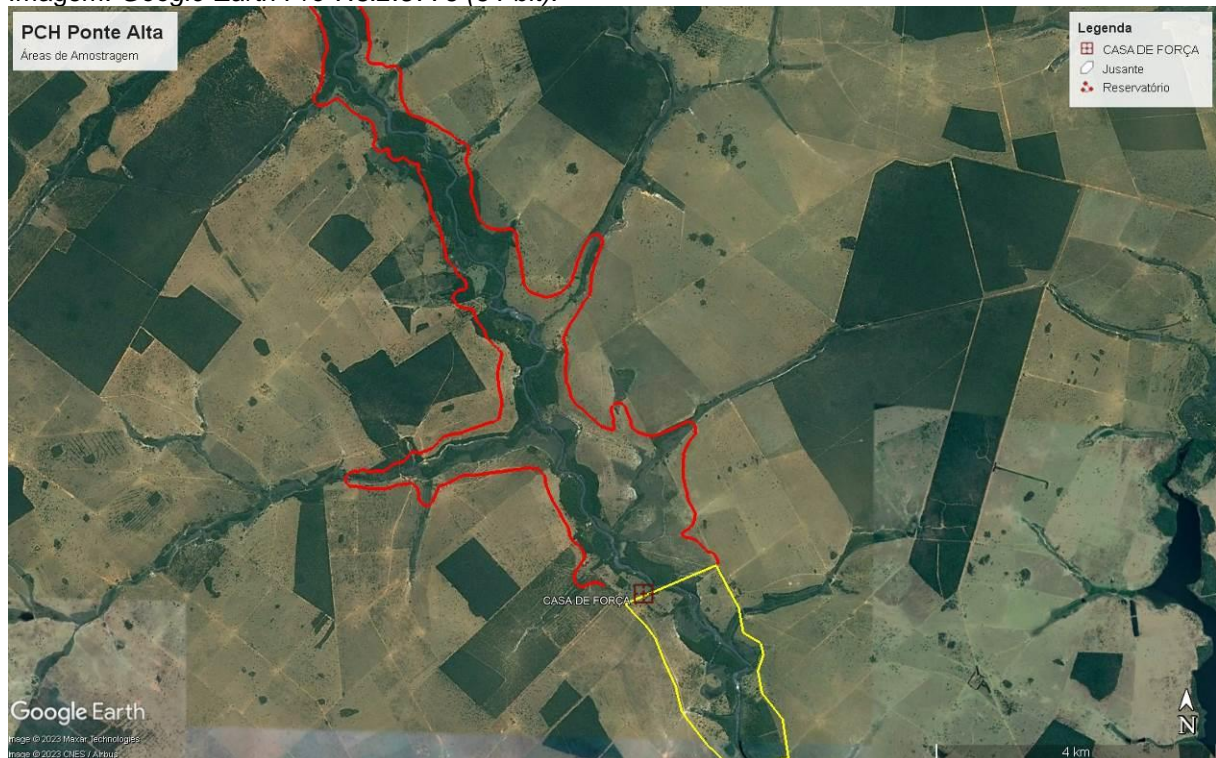
- **Área 1 – Reservatório**

A área compreende a região entre o barramento, compondo o reservatório, e a região a montante.

- **Área 2 – Jusante do barramento**

A área que compreende a região abaixo do barramento, englobando a casa de força e todo o perímetro interno da usina.

**Figura 1** - Mapa de localização das áreas de monitoramento do Programa de Controle de Focos de Processos Erosivos e Escorregamento de Encostas na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS. **Polígono Vermelho:** Área 1 – Reservatório; **Polígono Amarelo:** Área 2 –Jusante do barramento. Imagem: *Google Earth Pro 7.3.2.5776 (64-bit)*.



A PCH Verde 4 está situada no domínio do Bioma Cerrado nas fitofisionomias de Savana arborizada (Cerrado típico), Savana Florestada (Cerradão), além de áreas em regeneração com formação de Savana Gramíneo-lenhosa (Cerrado de campo sujo). As áreas adjacentes, incluindo a extensão da linha de transmissão predominam-se ambientes alterados como agricultura e pastagens cultivadas para criação extensiva de gado.

No empreendimento encontra-se a predominância de solos do tipo Plintossolos ou Lateritas Hidromórficas, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho Distrófico, Neossolo Quartzarênicos.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a campanha de maio de 2023, foram realizados os levantamentos para identificar os locais de focos erosivos, visando a determinar as áreas que necessitam de intervenções para sua recuperação.

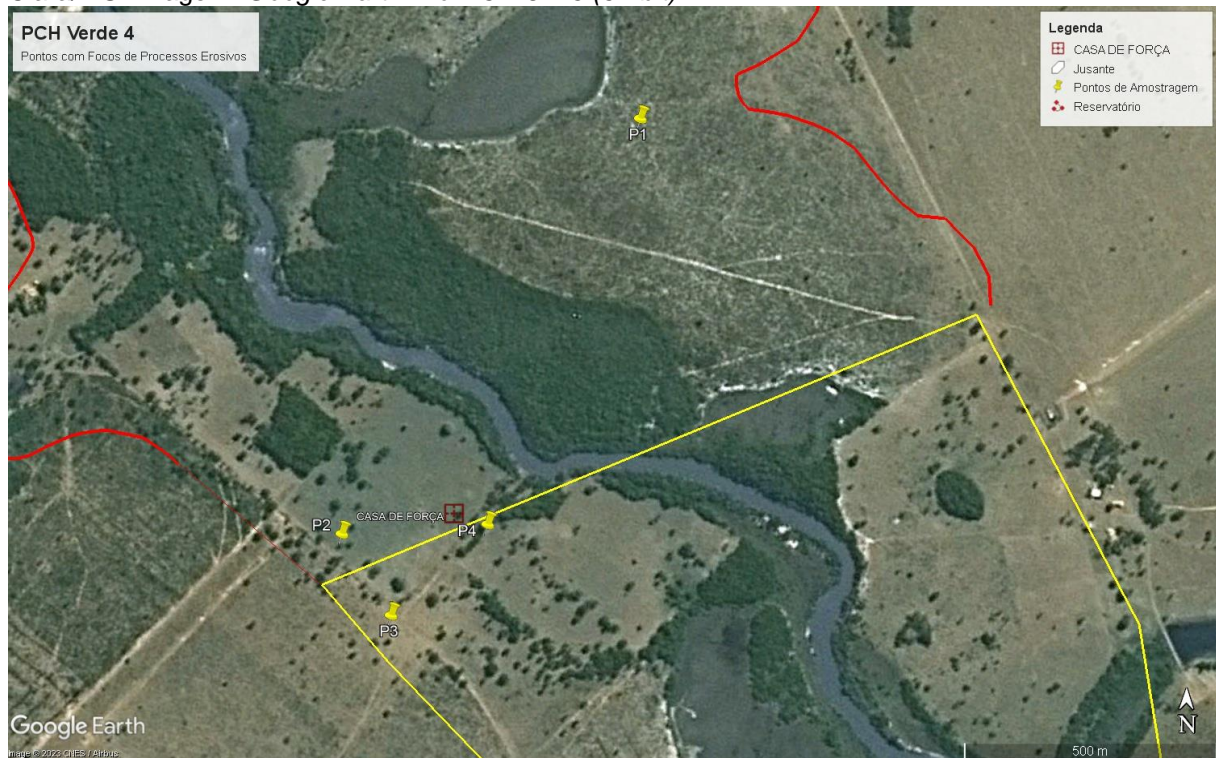
Comparando com as campanhas anteriores, observa-se que em 2021 foram registrados seis pontos de focos erosivos, e esse número aumentou para 12 com a inclusão das observações feitas nas campanhas de 2022. No entanto na primeira campanha de 2023 foram identificados apenas quatro pontos de foco erosivo. Isso pode estar associado à flutuação do nível do reservatório, à sazonalidade das chuvas e à eficácia das medidas de mitigação implementadas para controlar os processos erosivos (Tabela 1; Figura 2).

**Tabela 1.** Síntese dos processos erosivos registrados nas áreas adjacentes da PCH Verde 4 município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.

Pontos	Situação	Área	Localização	Mitigação
			Lat./Long.	
1	Erosão em sulcos	1	19°58'25.40"S / 53°16'3.21"O	Intervenção Leve
2	Erosão em sulcos	1	19°58'56.16"S / 53°16'24.42"O	Intervenção Leve
3	Erosão em sulcos	2	19°58'54.94"S / 53°16'25.75"O	Intervenção Leve
4	Erosão em sulcos	2	19°58'50.40"S / 53°16'18.00"O	Intervenção Leve



**Figura 2** - Mapa de localização dos pontos de monitoramento do Programa de Controle de Focos de Processos Erosivos e Escorregamento de Encostas na área da PCH Verde 4, município de Água Clara/MS. Imagem: *Google Earth Pro 7.3.2.5776 (64-bit)*.



## 7.1. ÁREA 1 – RESERVATÓRIO

Após a campanha de campo conduzida em maio de 2023, foram identificados somente dois pontos na Área 1 que apresentavam indícios de processos erosivos. Um destes focos foi encontrado na margem esquerda do reservatório, e o outro estava localizado nos acessos internos da usina.

No entanto é importante considerar um elemento relevante na análise: a flutuação do nível do reservatório, que é influenciado pelas chuvas sazonais e pela regulação das comportas. Essa variação pode resultar no aparecimento ocasional de bancos de areia nas margens, especialmente durante o período mais seco do ano. Durante a campanha de maio, que coincidiu com um primeiro semestre de maiores índices pluviométricos, não foram observadas erosões significativas nas margens.

**Ponto 1:** Erosão em sulcos na margem esquerda do reservatório. Ressalta-se que essa área se encontra dentro da zona de inundação do reservatório, portanto, as características como a ausência de cobertura superficial do solo, cavidades sulcadas

e marcas de escoamento de água observadas podem ser atribuídas à interação entre o nível da água e o solo durante os períodos de inundação, o que difere de um processo erosivo ativo. Uma vez que essa área é utilizada para acesso ao reservatório por meio de embarcações ou outras atividades, é recomendável a realização de medidas de manutenção como patrolamento e cascalhamento para garantir sua acessibilidade.

**Figura 3.** Ponto 1: Marcas de erosão em sulcos na margem, ausência de cascalho ou vegetação, área 1 da PCH Verde 4, no município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.



**Ponto 2:** Erosão em sulcos na área interna da usina, no acesso para o poço artesiano, caracterizando ausência de cobertura vegetal, marcas de escoamento de água e o aprofundamento dos sulcos (Figura 4). Para mitigar a erosão ao longo desta via de acesso, é recomendável a implementação de técnicas de engenharia, como a construção de canaletas de drenagem ao longo da estrada, que direcionem a água para longe da superfície da estrada, minimizando o acúmulo e o desgaste do



solo. Além disso, considerar o revestimento da superfície da estrada com materiais adequados para reduzir o impacto direto da água e promover a estabilidade da via.

**Figura 4.** Ponto 2: Erosão em sulcos no acesso interno da área 1 da PCH Verde 4, no município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.



## 7.2. ÁREA 2 – JUSANTE DO BARRAMENTO

Na área 2 foram registrados dois pontos de processos erosivos, com focos de erosões nas proximidades dos acessos internos. A área compõe os locais internos da usina a jusante do barramento.

**Ponto 3:** Erosão em sulcos na lateral da via de acesso da usina, caracterizada por cavidades sulcadas e marcas de escoamento de água (Figura 5). Este local é frequentemente utilizado por veículos, o que resulta no desgaste contínuo do solo e na geração de sedimentos. A combinação da declividade natural do terreno com o fluxo de água das chuvas acelera o processo erosivo. Para mitigar essa situação, é aconselhável implementar canaletas de drenagem nas laterais da via, a fim de controlar o escoamento de água e reduzir o impacto erosivo causado pela ausência de contenção adequada.

**Figura 5.** Ponto 3: Erosão em sulcos na lateral da via de acesso, área 2 da PCH Verde 4, no município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.



**Ponto 4:** Erosão em sulcos na lateral da via de acesso principal da usina, em direção a casa de força, caracterizada pela presença de cavidades sulcadas e marcas de escoamento de água (Figura 6). Este trecho é frequentemente utilizado por veículos, contribuindo para o desgaste do solo e o transporte de sedimentos. Além disso, a combinação da declividade natural do terreno com o fluxo de água das chuvas acelera o processo erosivo. Nesse ponto foram instaladas canaletas para drenagem e escoamento de água, conforme evidenciado na Figura 6D. No entanto parece que essas canaletas ainda não foram finalizadas, conforme observado. Para solucionar este problema, é fundamental realizar a conclusão e a manutenção adequada das canaletas, garantindo sua eficácia no controle da água e evitando o agravamento da erosão. Apesar disso, o cascalhamento ao longo desta área reduz o impacto direto da água, atuando como uma barreira protetora e minimizando o desgaste do solo, o que auxilia na mitigação da erosão e na manutenção da integridade da via de acesso.



**Figura 6.** Ponto 4: Erosão em sulcos na lateral da via principal de acesso (A - C), e canaleta não finalizada (D), na área 2 da PCH Verde 4, no município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.



No geral, constatou-se uma diminuição no número de focos erosivos nos diversos locais avaliados. A maioria das estradas de acesso apresenta uma manutenção adequada, assim como os taludes, que estão em condições apropriadas. O talude de montante está protegido por riprap, enquanto o talude de jusante conta com cobertura vegetal composta por grama (Figuras 7 e 8). De maneira específica, no talude a jusante, foi implantado um sistema de irrigação com o propósito de assegurar a vitalidade da grama, o que contribui para a estabilização do solo e a prevenção de processos erosivos ao longo dessas áreas.



**Figura 7.** Taludes da PCH Verde 4, contendo área cascalhada e gramada. Município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.



**Figura 8.** Estradas de acesso interno da PCH Verde 4 em estado apropriado: (A) acesso a casa de força; (B) acesso a margem esquerda da jusante; (C) acesso ao barramento; (D) acesso a guarita e portão; (E) acesso a subestação; (F) acesso a jusante. Município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.







Foram identificadas canaletas de escoamento e sistemas de drenagem ao longo das margens das estradas de acesso e taludes. Essas estruturas têm o propósito de facilitar o fluxo da água, prevenindo infiltrações indesejadas e a formação de possíveis focos de erosão (Figura 9).

**Figura 9.** Caneletas de escoamento da PCH Verde 4; Município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2023.



### 7.3. CAUSAS PROVÁVEIS PARA A DESESTABILIZAÇÃO DO SOLO

As causas mais prováveis para a desestabilização do solo nos pontos avaliados são:

- I) área com baixa proporção ou ausência de cobertura vegetal no solo;
- II) solo com pouca profundidade efetiva;
- III) ausência de canaletas de alvenaria ou curvas de nível quando necessário.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a inspeção realizada em maio de 2023, foi constatado que o empreendedor adotou medidas corretivas e preventivas, incluindo a manutenção das canaletas de drenagem pluvial, a preservação e o isolamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e o cascalhamento das estradas e acessos internos.

Entretanto é recomendável implementar intervenções leves, como a utilização de máquinas para patrolamento e cascalhamento no Ponto 1 e nas vias internas da usina, onde há um maior tráfego de veículos.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, PETER. 2008. The landslide handbook – A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129p.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau do. Geologia geral. [S.l: s.n.], 1982.

MORAIS, L. F.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T. M.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E.; WEBER, O. L.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, n.3, p.339-344.

## 10. ANEXOS

ANEXO 01 – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART



## **ANEXO 01 –**

### **Anotação de Responsabilidade Técnica – ART**



<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2023/01718</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: ROSA HELENA DA SILVA		3.Registro no CRBio: 086063/01-D	
4.CPF: 408.824.541-53	5.E-mail: rosahellenna@gmail.com		6.Tel: (67)99626-4547
7.End.: MARCILIO DIAS 160		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA OLINDA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79060-240
<b>CONTRATANTE</b>			
13.Nome: ACARI – ACARI AMBIENTAL EIRELI			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 10.763.667/0001-08	
16.End.: RUA PADRE JOAO CRIPPA 2552			
17.Compl.:		18.Bairro: MONTE CASTELO	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79010-180	22.E-mail/Site: atendimento@acariambiental.com.br / www.acarisustentabilidade.com.br	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4 - SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. GRUPO ELERA RENOVÁVEIS, ÁGUA CLARA /MS. -PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA- PROGRAMA DE PROCESSOS EROSIVOS, - PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL.			
25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: INDIVIDUAL		28.Perfil da equipe:	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia; Educação;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DOS MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA AVALIAÇÃO DE CADA PROGRAMA, MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO E PRODUÇÃO DE RELATÓRIO FINAL A SER PROTOCOLADO JUNTO AO ÓRGÃO AMBIENTAL.			
32.Valor: R\$ 10.000,00	33.Total de horas: 90	34.Início: JAN/2023	35.Término: JAN/2024
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			 CRBio-01
Data:17/02/2023	Data:17/02/2023		
Assinatura do Profissional 	Assinatura e Carimbo do Contratante		
<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 BADA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data:17 /02 /2024	Assinatura do Profissional 	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data:17 /02 /2024	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 5508.7390.8332.8959**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



# Savana Geração de Energia S.A.

## **PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO PCH Verde 4**

Período de Janeiro a Junho de 2023

Execução: OVERTECH Soluções Tecnológicas

Responsável:

Edgar Posser Junior (Eng. Agrícola – CREA-PR 136690/D)

Cascavel - Paraná

Julho de 2023

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DADOS DAS ESTAÇÕES .....</b>	<b>4</b>
<b>3. LINÍMETRIA .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Dados Pluviométricos .....</b>	<b>9</b>
<b>5. FLUVIOMETRIA E SEDIMENTOMETRIA .....</b>	<b>12</b>
5.1. PCH Verde 4 Jusante .....	13
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>16</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A Pequena Central Hidrelétrica Verde 4 é operada por concessão pela empresa Savana Geração de Energia S.A., inscrita no cadastro de pessoas jurídicas sob o CNPJ nº 11.151.033/0001-59, pertencente ao grupo Elera Renováveis.

O relatório a seguir tem por finalidade apresentar os dados obtidos no primeiro semestre de 2022 e consistidos pelos serviços de monitoramento executados pela contratada, OVERTECH SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS, à ELERA RENOVÁVEIS, referente ao empreendimento PCH Verde 4 constituído pelas estações PCH Verde 4 Jusante e PCH Verde 4 Barramento em atendimento à condicionante específica nº 3 da licença de operação nº 481/2018 emitida pelo Imasul.

Os parâmetros de natureza hidrossedimentométrica aqui avaliados foram coletados tanto por meio de estações telemétricas (dados pluviométricos e linimétricos), quanto pela visita do corpo técnico (fluviometria e sedimentometria). A pedido da contratante, este relatório terão uma periodicidade semestral. Desse modo esse relatório abrange os meses de janeiro a junho.

O quantitativo das estações que compõem a rede de monitoramento da PCH Verde 4, bem como sua nomenclatura e codificação, foram aprovados pela ANA, conforme descritos no Parecer Técnico nº 507/2017/SGH (Documento nº062284/2017), enviado juntamente com o Ofício nº 108/2019/SGH (Documento nº02500/17).

## 2. DADOS DAS ESTAÇÕES

A rede hidrométrica implantada para atendimento da Resolução Conjunta encontra-se detalhada na tabela 1 onde são apresentadas as principais características e serviços executados em cada posto. Cabe ressaltar que todas as estações se encontram na bacia 6 (Rio Paraná), sub bacia 63 (Rio Paraná e outros), sendo as mesmas de responsabilidade *Savana Geração de Energia S.A.*

Tabela 1 - Listagem das Estações Vinculadas à Rede de Monitoramento da PCH Verde 4.

<b>Código Flu/Plu</b>	<b>Estação</b>	<b>Tipo</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Bacia/Sub-Bacia</b>	<b>Início da Operação</b>	<b>Meses de Operação</b>
63250910	PCH Verde 4 Barramento	FTQ	19°58'44.60"S 53°16'20.30"O	6/63	08/2018	Abril, Julho, Agosto e Outubro
63250950	PCH Verde 4 Jusante	FDST	19°58'46.80"S 53°16'10.00"O	6/63	01/2018	
01953011	PCH Verde 4 Jusante	PT	19°58'46.80"S 53°16'10.00"O	6/63	01/2018	

F=Escala, D=Descarga Líquida, S=Sedimento, Q=Qualidade da água, P=Pluviômetro, T=Telemétrica

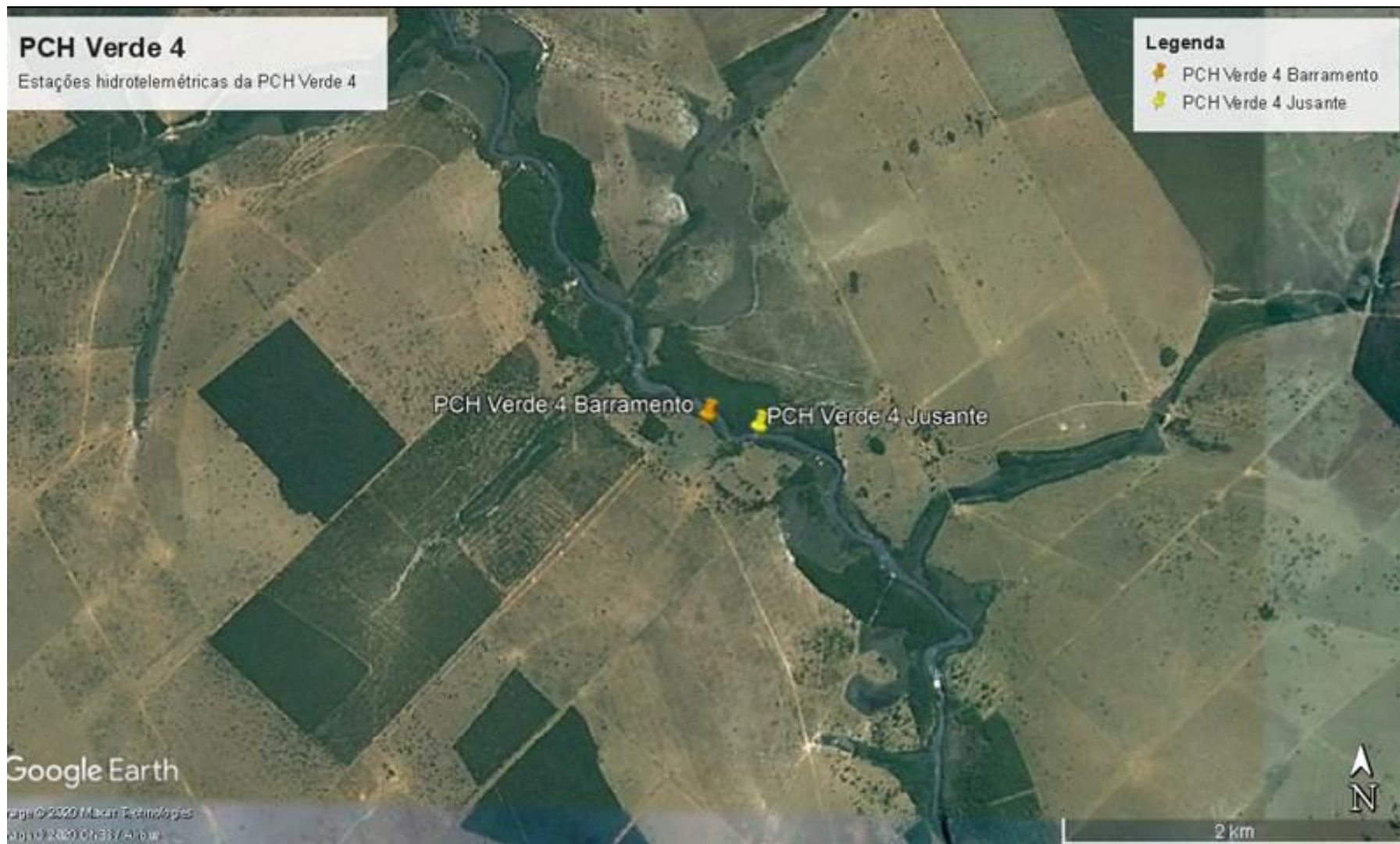


Figura 1 - Localização da PCH Verde 4.

### 3. LINÍMETRIA

A consistência das séries de cotas foi iniciada através da análise dos cotogramas (cotas médias diárias) resultantes da telemetria e das leituras observadas durante as manutenções das estações e medições de vazão.

Já nessa fase inicial foi observado que os registros linimétricos brutos, anteriores às readequações telemétricas, apresentavam uma grande divergência entre os valores obtidos automaticamente e aqueles lidos durante as medições de vazão. Após avaliação dos documentos fornecidos pela contratante, foi observado que os valores de nível brutos não apresentavam a correção do Offset do sensor para o período de janeiro a abril de 2020. Desse modo, foram utilizados os *Retrieves* da PCD para completar o período com falhas.

Realizada a pré-consciência, gráficos comparativos entre as estações possibilitaram identificar inconsistências nas variações linimétricas com as condições gerais da região.

A estação telemétrica PCH Verde 4 Jusante apresentou dados coerentes durante todo o ano. Na estação telemétrica PCH Verde 4 Barramento foi possível o aproveitamento majoritário dos dados linimétricos.

Mesmo aplicando-se as correções sugeridas de offset é possível perceber uma certa divergência nos comportamentos linimétricos entre os dados posteriores e anteriores a readequação.

Na maioria das avaliações fluviométricas, após removidos registros linimétricos absurdos são geradas as vazões médias diárias a partir das cotas médias consistidas, de modo a possibilitar uma avaliação volumétrica das estações. Contudo, como não existem medições suficientes para o traçado de uma curva chave, não foi possível realizar tal avaliação. Assim sendo, até que as relações de cota X vazão das estações não sejam estabelecidas, não será possível realizar o traçado de curvas de permanência.

Como a maioria das leituras observadas durante as visitas de campo coincidem com os registros automáticos, não é possível ter uma posição clara sobre a validade desses dados. Espera-se que, com a definição da curva de descarga no futuro, seja possível validá-los definitivamente. Para o momento os mesmos serão mantidos como consistidos.

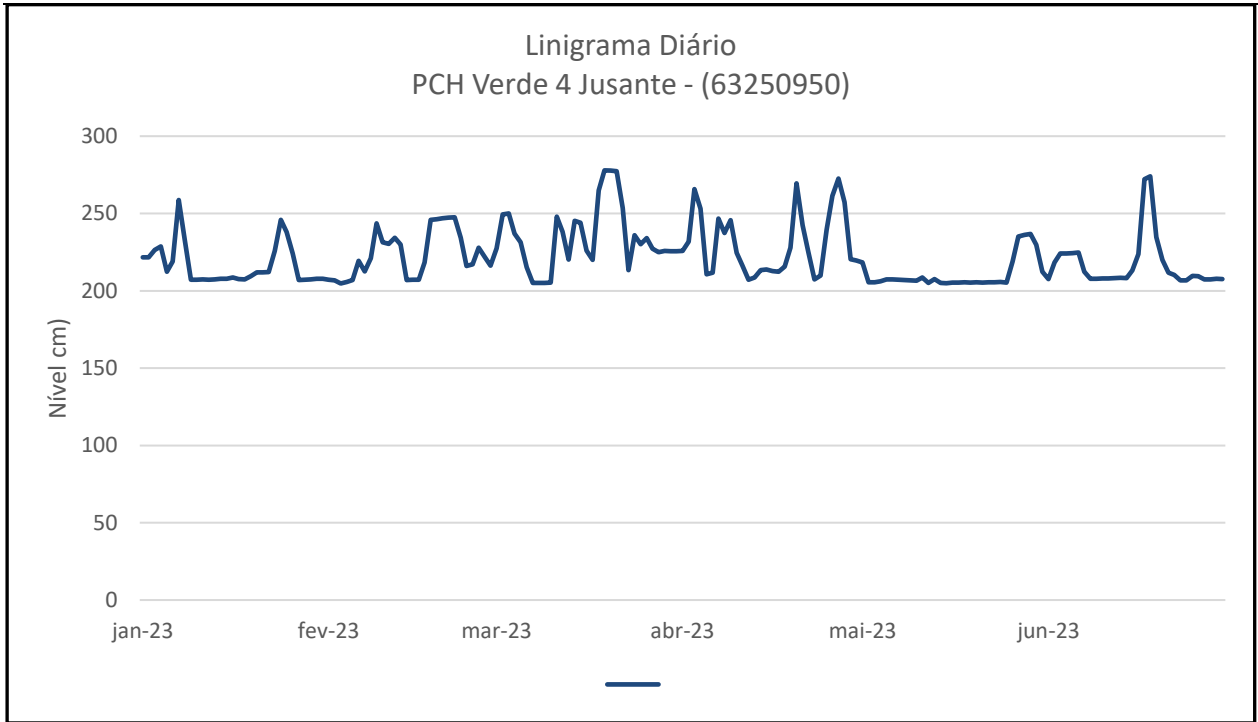


Figura 1 - Linigrama médio diário da estação Verde 4 Jusante no primeiro semestre de 2023.

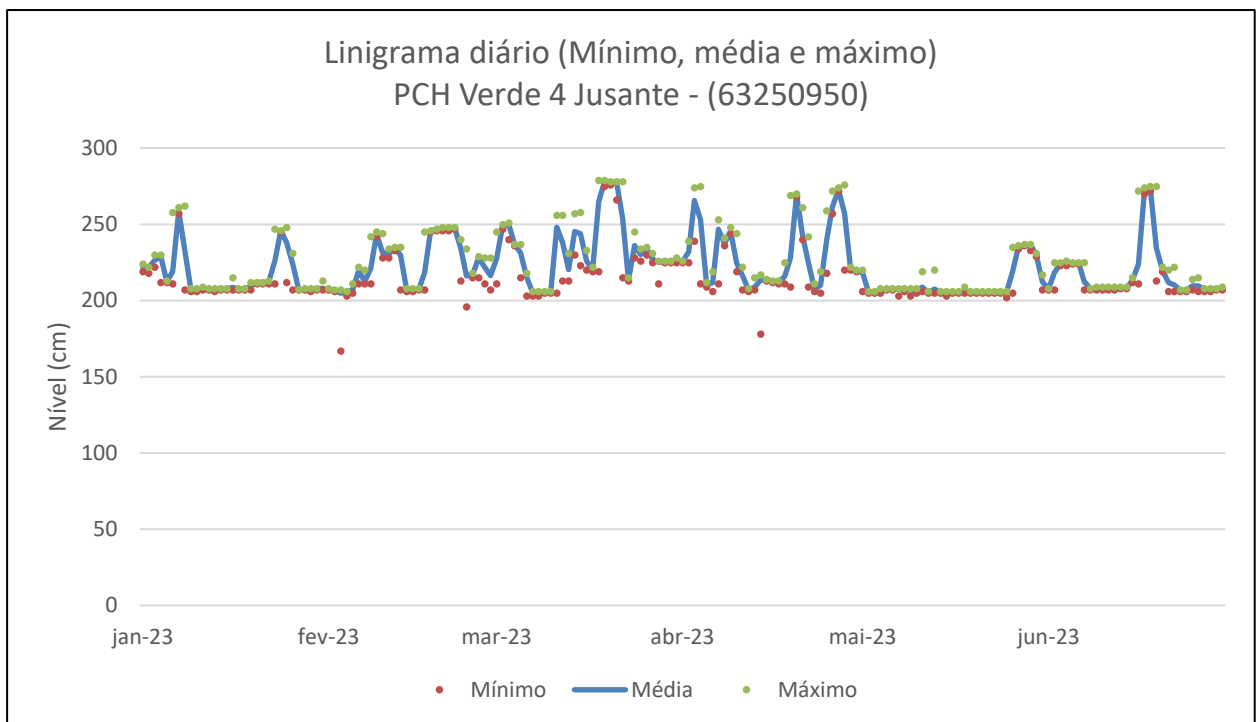


Figura 2 - Linigrama médio, mínimo e máximo diário da estação de Verde 4 Jusante no primeiro semestre de 2023.

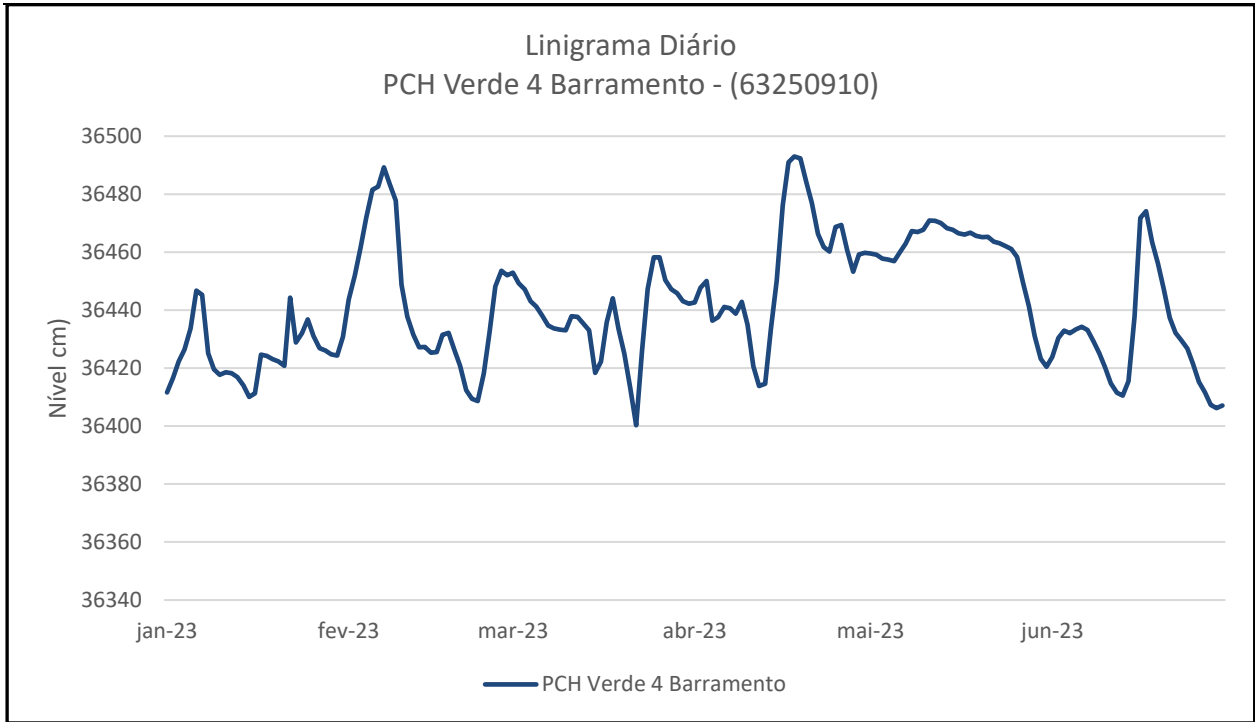


Figura 3 - Linigrama médio diário da estação Verde 4 Barramento no primeiro semestre de 2023.

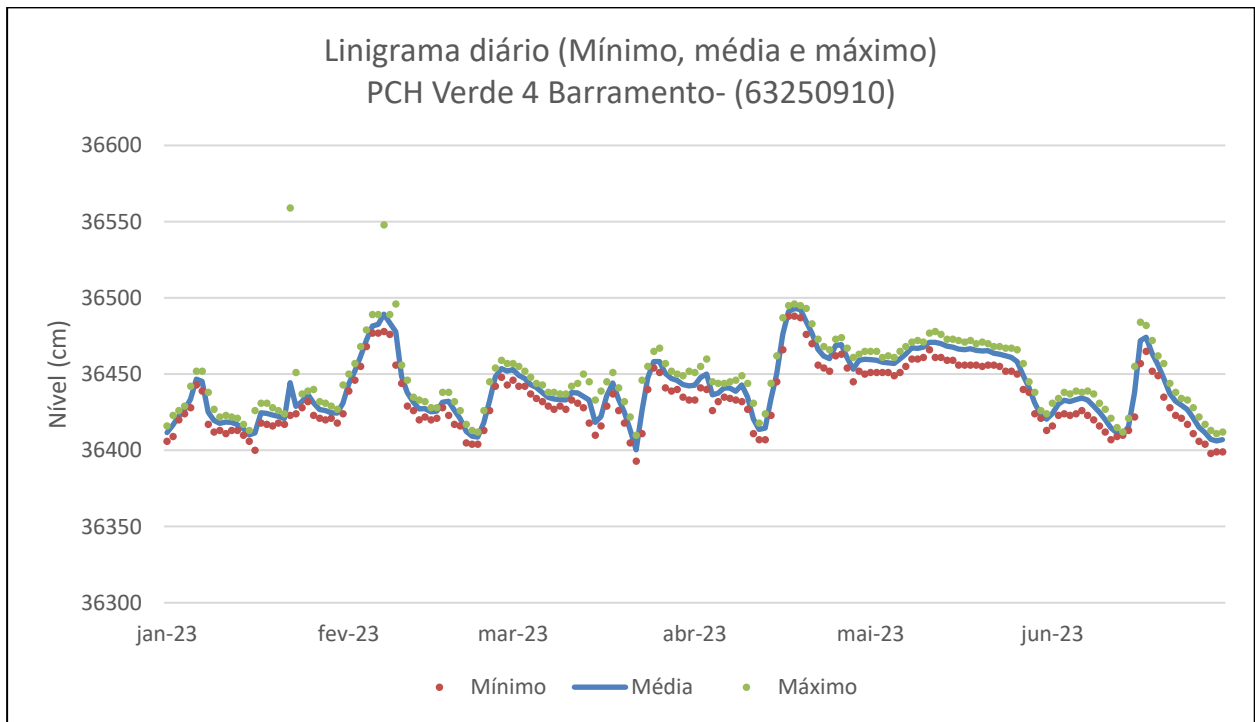


Figura 4 - Linigrama médio, mínimo e máximo diário da estação de Verde 4 Barramento no primeiro semestre 2023.



---

#### 4. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

As análises dos dados pluviométricos da estação PCH Verde 4 foram inicialmente realizadas a partir de correções de erros grosseiros observados nos totais horários. Precipitações muito elevadas foram submetidas a uma análise mais detalhada, levando-se em conta a coerência do comportamento do evento pelos registros de horários. Terminado esse filtro inicial, foram gerados os totais mensais a partir dos totais diários e seus resultados brutos consistidos pelo Método de Dupla Massa (TUCCI, 2001) no programa Microsoft Excel®.

Para a avaliação pluviométrica também foram utilizadas outras estações auxiliares próximas, sendo elas listadas na Tabela 2, todas circunvizinhas à PCH Verde 4.

Uma vez identificadas as estações compatíveis à análise idealizada, os dados foram processados e avaliados no programa Microsoft Excel®.

Pôde-se observar que os registros pluviométricos de todas as estações do empreendimento PCH Verde 4 apresentaram valores relativamente coerentes entre si, porém, completamente incompatíveis com a média regional de 2023 e sem nenhuma linearidade.

Apesar da avaliação pluviométrica deste relatório ser referente ao ano de 2022, foram resgatados também os dados existentes do ano de 2018, buscando desse modo ilustrar o comportamento das estações anterior à readequação. Nota-se o mesmo padrão de precipitação exageradamente deslocada da média regional, mesmo empregando-se estações de apoio mais próximas que possuem registros em 2023.

Desse modo, como todos os registros anteriores à readequação aparentam estar completamente falhos, somente a partir do ano de 2018 as estações telemétricas começaram a coletar dados pluviométricos confiáveis, sendo assim para o próximo relatório de consistência pluviométrica será possível o preenchimento dos meses anteriores e o desenvolvimento da dupla massa.

Na Figura 5 são apresentados os panoramas dos registros pluviométricos mensais das estações da PCH Verde 4. As colunas em azul, todas enquadradas no período pós readequação, mostraram-se mais coerentes com a média regional das estações de apoio.

Tabela 2 - Estações Empregadas na Consistência Pluviométrica

Origem	Nome	Código	VR
Elera	PCH VERDE 4 JUSANTE	01953011	P
Elera	PCH VERDE 4A JUSANTE	01953007	AC
Elera	PCH VERDE 4A MONTANTE 1	01953008	AC
Elera	PCH VERDE 4A MONTANTE 2	01953009	AC
Elera	PCH VERDE 4A RIBEIRÃO SALGADO	01953010	AC
Hidroweb	RIBAS DO RIO PARDO	02053000	AC
Hidroweb	ALTO RIO VERDE	01953000	AC

AC = Auxiliar Complementar, P = Principal.

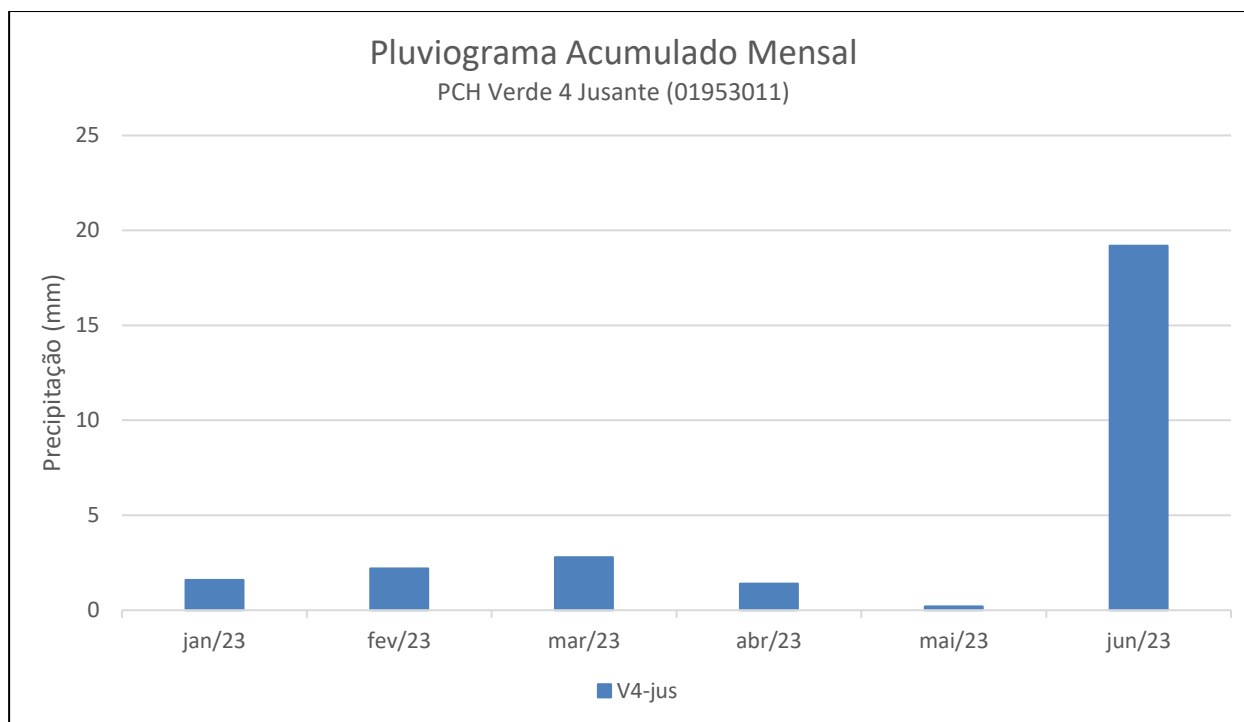


Figura 5 – Registros pluviométricos da estação Verde 4 Jusante atuais e sua comparação com a média Regional no primeiro semestre de 2023.

Já na Figura 5 são apresentados os panoramas dos registros pluviométricos diários brutos para a estação de jusante da PCH Verde 4, sendo que a estação de barramento é apenas fluviométrica, ou seja, não coleta dados de chuva.

Para este presente ano, apresenta-se a curva de dupla massa atualizada para análise de consistência pluviométrica, porém ressalta-se a escassez de dados de chuva das estações de apoio de leituristas, então mostra-se nas Figuras 6 a consistência dos anos anteriores até o final de 2023, mesmo com uma pequena quantidade de dados disponíveis no Hidroweb para estações de apoio para o ano de 2023.

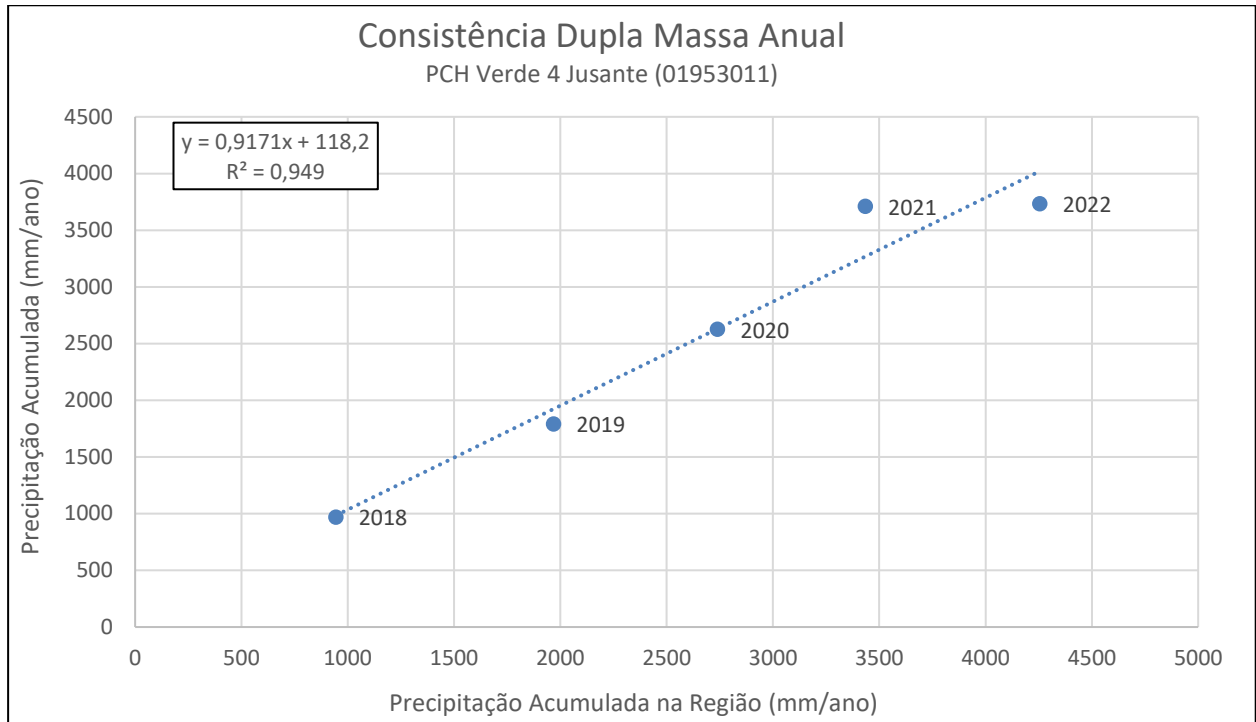


Figura 6 – Consistência dos totais anuais acumulados dos anos de 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022.

## 5. FLUVIOMETRIA E SEDIMENTOMETRIA

As informações sobre as características fluviométricas e sedimentométricas das estações foram levantadas nas respectivas seções transversais em visitas realizadas pelo corpo técnico de hidrometristas da *Overtech*. As medições de vazão foram obtidas por meio de molinetes hidrométricos, utilizando o método da Seção Média de medição ou através do emprego de medidores acústicos (ADCP). Os traçados das curvas de descarga apresentam a relação entre cota e vazão observada durante as medições.

Através das curvas de descarga, e suas respectivas equações, foram calculadas as vazões para os respectivos registros limimétricos obtidos remotamente.

As coletas dos sedimentos em suspensão foram realizadas através da integração da vertical, proporcionando as características sedimentométricas observadas àquela vazão. Para o cálculo da descarga sólida total utilizou-se o método de Colby, amplamente empregado no Brasil.

Na Tabela 3 abaixo está a classificação da produção de sedimentos de uma estação, recomendada pelo *Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios* do ano de 2000, da ANEEL. Os resultados obtidos na avaliação serão comparados com a classificação sugerida.

Tabela 3 – Valores de produção de sedimentos aceitáveis.

Tolerância	Produção de sedimentos
	(ton/km <sup>2</sup> .ano)
Alta	> 175
Moderada	70 a 175
Baixa	< 70

Para esse ano estavam programadas quatro campanhas hidrométricas a serem realizadas no posto fluviométrico, com 3 medições em Verde 4 Jusante. A medição foi realizada no mês de março e junho.

### 5.1. PCH Verde 4 Jusante

A curva chave preliminar, definida em dois trechos, válida desde 01/01/2018, está bem ajustada aos pontos medidos, e sua equação é apresentada abaixo:

$$Q = 26,9698 (H - 0,32)^{1,725} \quad \text{Para } 1,0 \text{ m} \leq H < 3,5 \text{ m}$$

A curva de sedimentos totais da Figura 4, é preliminar e apresenta grande dispersão de pontos, parecendo indicar a existência de uma tendência central. A equação geral apresenta um problema no expoente angular que multiplica a vazão, por ser um número muito pequeno ( $6^{-07}$ ), gera resultados incoerentes. A tendência mais representativa a regressão deu-se por uma equação linear, e que possui um bom ajuste, apresentada pela seguinte equação:

$$DST^* = 22,314Q - 1334,5$$

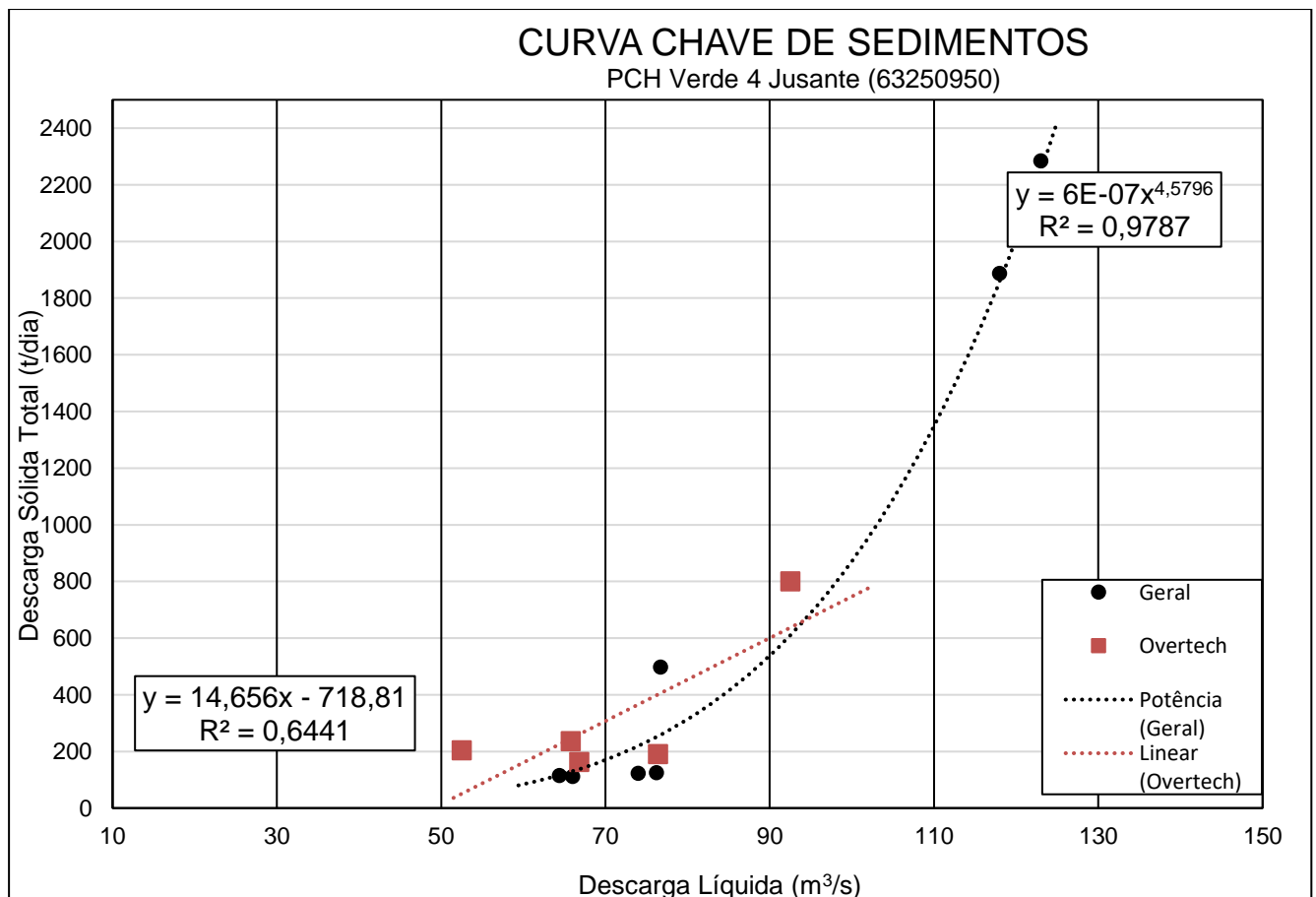


Figura 7 – Curva Chave de Sedimentos com grande dispersão – Verde 4 Jusante.

A Figura 8 apresenta as vazões médias da estação Verde 4 Jusante durante os meses do ano de 2023, geradas através da curva chave definida para essa estação, no qual tiveram dados mais significativamente representativos com a real condição do local, atestando uma boa consistência dos valores estimados pela equação da curva chave.

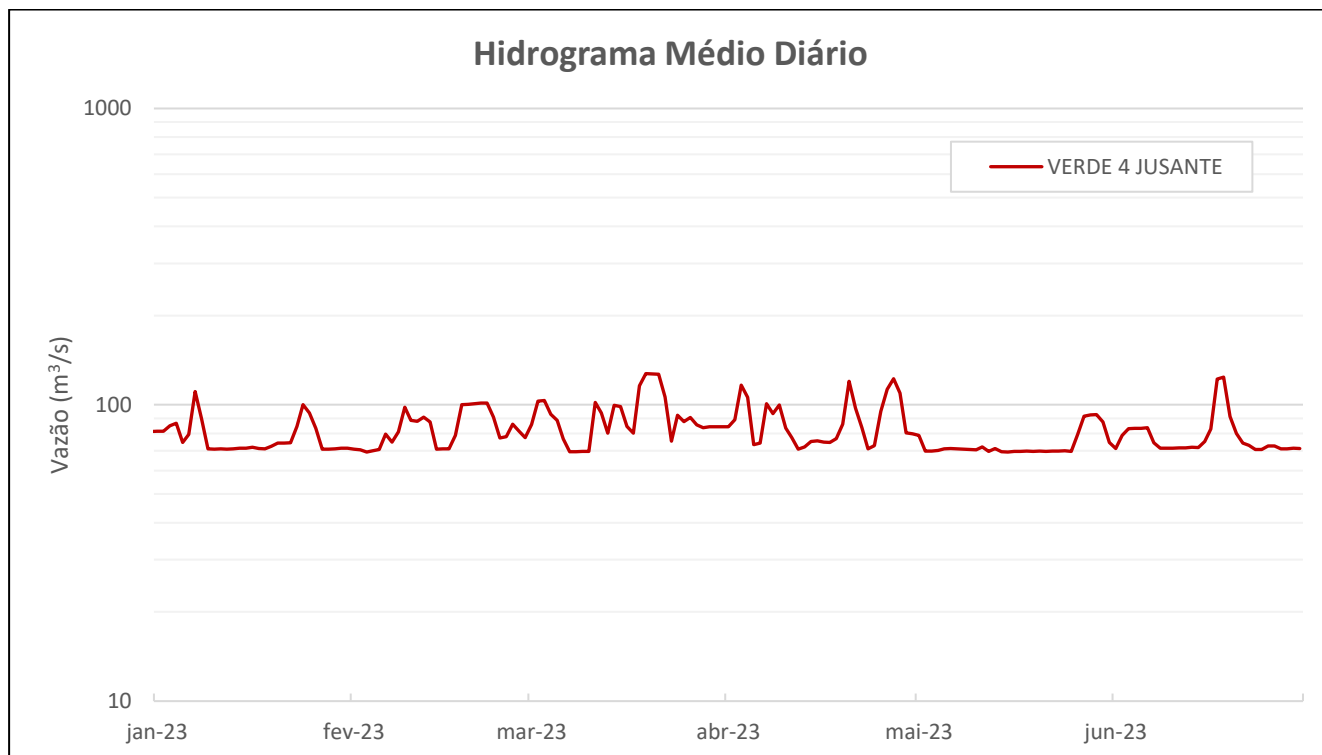


Figura 8 – Vazões médias diárias geradas pela relação da curva chave adotada em Verde 4 Jusante.

Com a curva de descarga sólida apresentadas acima, gerou-se o sedimentograma para a estação (Figura 9). Considerando-se a respectiva área de contribuição da seção de medição, obteve-se uma produção específica de sedimentos até o final de Junho de 2023 de aproximadamente 332,48 t/Km<sup>2</sup>.dia para o posto de Jusante, um valor extremamente alto para as condições do local.

A classificação da tolerância de produção de sedimentos aceitáveis deu-se “Alta” para o posto sedimentométrico da PCH Verde 4.

Constatou-se também que a equação tipo *Potência* para a descarga sólida subestimam os dados de sedimentos em função do coeficiente multiplicador ser um número muito pequeno, muitas vezes menor que 0,1, assim mascarando os verdadeiros resultados. As equações do tipo *Linear* utilizadas para dados recentes do ano de 2023, demonstraram um melhor ajuste e estimando dados próximos da realidade do local.



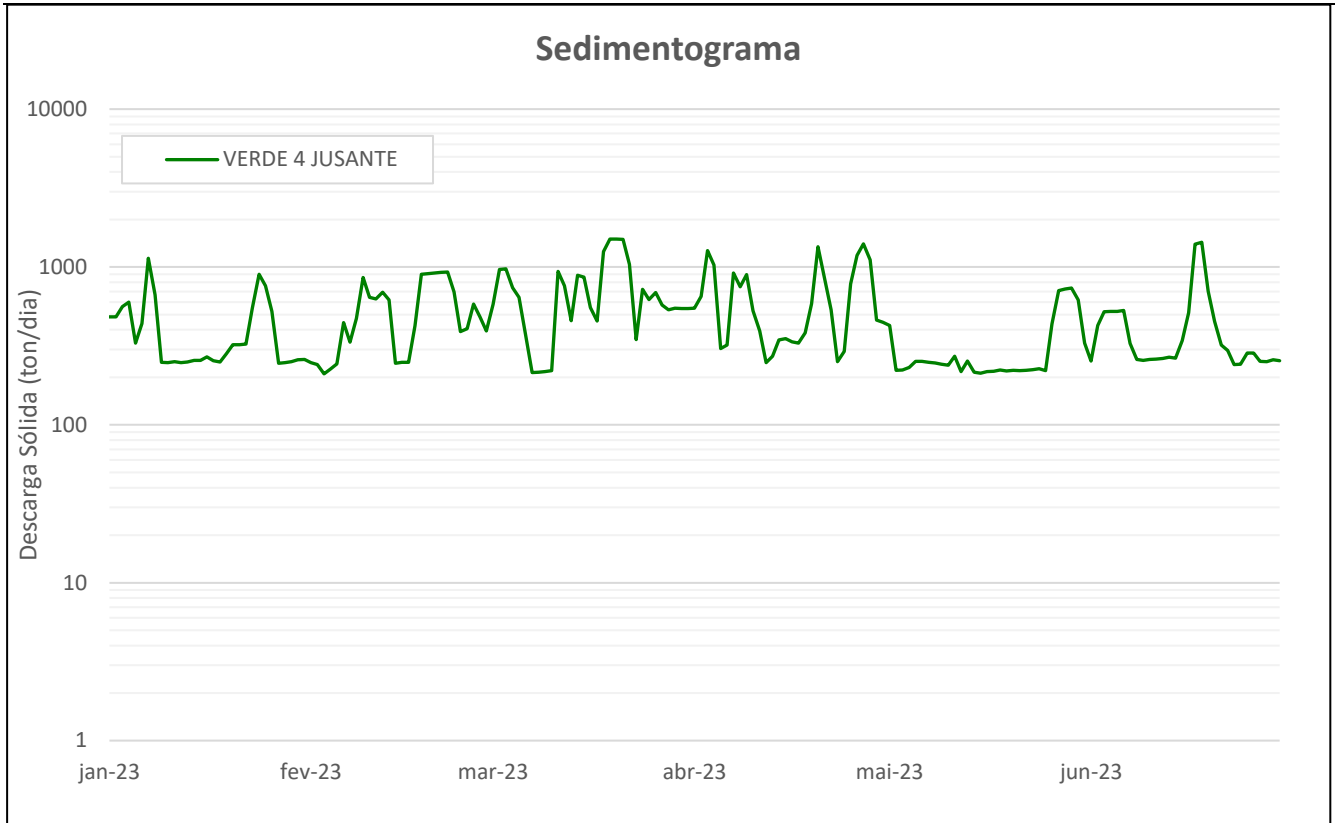


Figura 9 – Produção diária de sedimentos para a estação de Verde 4 Jusante no primeiro semestre de 2023.

---

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após sua readequação no mês de dezembro de 2018 a estação de Verde 4 Jusante, mantiveram-se operantes e com registros bem robustos. Já em Verde 4 Barramento teve-se uma excelente aquisição de dados qualificados. A qualidade dos registros fluviométricos evidencia sua robustez.

Na análise comparativa pluviométrica regional após a consistência, pode ser observado um alto coeficiente de correlação dos totais mensais registrados em relação as estações do empreendimento PCH Verde 4, mas em relação com a média regional do primeiro semestre de 2023 não obtém uma boa correlação, devido ao mal funcionamento do pluviômetro e tais dados serão reavaliados no próximo relatório.

Na área de sedimentometria tem-se resultados satisfatórios para o posto de Jusante, com um excelente coeficiente de determinação. O histórico do posto obteve um bom ajuste da equação, sendo as últimas amostragens selecionadas para gerar a equação utilizada nos cálculos. Atenta-se para a variação de nível diária, por se tratar de um posto à jusante do empreendimento, assim ocasionando oscilações de vazões e dificuldade de estimar dados sedimentométricos com precisão.

Na análise comparativa fluviométrica entre as estações do empreendimento PCH Verde 4, as estações obtiveram uma forte correlação entre elas após as readequações e pequenas correções pontuais da estação telemétrica.

De modo geral as condições hidrológicas apresentaram-se coerentes ao serem avaliadas pelas diversas ferramentas aqui empregadas.

*Edgar Posse Jr*

---

Edgar Posse Junior  
Eng. Agrícola – CREA-PR 136690/D

Tabela 4

PCH Verde 4 Jusante - Precipitação Diária 2023						
Dia	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
1	0	0	0	0	0	0
2	0,2	0,2	0,2	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0,2	0,2	0	0	0
5	0	0	0,2	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0,8	0	0
8	0	0	0	0	0	19
9	0	0	0,2	0	0	0
10	0	0	1,4	0	0	0
11	0,2	0	0,2	0	0	0
12	0	0,2	0,2	0,2	0	0,2
13	0,2	0,2	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0,2	0	0	0	0
16	0,2	0,2	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0,2	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0,2	0	0	0	0	0
22	0,2	0,2	0	0	0	0
23	0	0,2	0	0	0	0
24	0	0,2	0	0,2	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0,2	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0
28	0	0,2	0	0	0,2	0
29	0		0	0	0	0
30	0,2		0	0	0	0
31	0,2		0,2		0	
MDC	8	11	9	3	1	2
Total	1,6	2,2	3	1,2	0,2	19,2
Max	0,2	0,2	1,4	0,8	0,2	19

Tabela 5

PCH Verde 4 Jusante - Nível Diário 2023																		
Dia	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín
1	222	224	219	207	208	207	228	245	211	226	226	225	218	220	206	208	208	207
2	222	222	218	207	207	206	249	250	247	232	239	225	205	206	205	218	225	207
3	226	230	222	205	207	167	250	251	240	266	274	239	206	206	205	224	225	223
4	229	230	212	206	206	203	237	237	236	253	275	211	206	208	205	224	226	223
5	212	213	212	207	211	205	231	237	215	211	212	209	207	208	207	224	225	224
6	219	258	211	219	222	211	215	218	203	212	219	206	207	208	207	225	225	224
7	259	261	257	213	220	211	205	206	203	247	253	211	207	208	203	212	225	207
8	233	262	207	221	242	211	205	206	203	237	241	236	207	208	206	208	208	207
9	207	208	206	244	245	242	205	206	205	246	248	244	207	208	203	208	209	207
10	207	208	206	231	244	228	205	206	205	224	244	219	207	208	205	208	209	207
11	207	209	207	230	234	228	248	256	205	216	222	207	209	219	206	208	209	207
12	207	208	207	234	235	233	238	256	213	207	208	206	205	206	205	208	209	207
13	207	208	206	230	235	207	220	231	213	209	215	207	208	220	205	208	209	208
14	208	208	207	207	208	206	245	257	230	213	217	178	205	206	205	208	209	208
15	208	208	207	207	208	206	244	258	223	214	214	213	205	206	203	213	215	212
16	209	215	207	207	208	207	226	233	220	213	213	212	205	206	205	224	272	211
17	208	208	207	218	245	207	220	222	219	212	213	211	205	206	205	272	274	270
18	207	208	207	246	246	245	265	279	219	216	225	211	206	209	205	274	275	272
19	209	212	207	246	247	246	278	279	275	228	269	209	205	206	205	235	275	213
20	212	212	211	247	248	246	278	278	276	270	270	268	205	206	205	220	222	219
21	212	212	211	247	248	246	277	278	266	242	261	240	205	206	205	212	220	206
22	212	213	211	248	248	247	254	278	215	225	242	209	205	206	205	210	222	206
23	226	247	211	234	240	213	213	215	213	207	211	206	206	206	205	207	207	206
24	246	246	245	216	234	196	236	245	228	210	219	205	206	206	205	207	207	206
25	238	248	212	217	218	215	230	234	226	239	259	218	205	206	202	210	214	207
26	224	231	207	228	229	215	234	235	230	261	272	257	219	235	205	210	215	206
27	207	207	207	222	228	211	227	231	225	273	274	272	235	236	234	207	208	206
28	207	208	207	216	228	207	225	226	211	257	276	220	236	237	236	207	208	206
29	207	208	206				226	226	225	221	222	220	237	237	233	208	208	207
30	208	208	207				226	226	225	220	220	219	230	231	229	208	209	207
31	208	213	207				226	228	225				212	217	207			
	<b>216,54</b>	<b>262</b>	<b>206</b>	<b>223,60</b>	<b>248</b>	<b>167</b>	<b>234,41</b>	<b>279</b>	<b>203</b>	<b>230,19</b>	<b>276</b>	<b>178</b>	<b>210,73</b>	<b>237</b>	<b>202</b>	<b>217,13</b>	<b>275</b>	<b>206</b>

Tabela 6

PCH Verde 4 Barramento - Nível Diário 2023																		
Dia	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín
1	36412	36416	36406	36444	36450	36439	36453	36457	36446	36443	36451	36433	36460	36465	36451	36424	36431	36416
2	36417	36423	36409	36452	36457	36446	36449	36455	36442	36448	36455	36441	36459	36465	36451	36430	36434	36423
3	36422	36426	36420	36462	36468	36455	36447	36452	36442	36450	36460	36440	36458	36461	36451	36433	36438	36424
4	36426	36429	36424	36472	36479	36468	36443	36448	36437	36436	36445	36426	36457	36462	36451	36432	36437	36423
5	36434	36442	36428	36482	36489	36477	36441	36444	36434	36438	36444	36432	36457	36461	36449	36433	36439	36424
6	36447	36452	36443	36483	36489	36477	36438	36443	36432	36441	36444	36435	36460	36465	36451	36434	36438	36426
7	36445	36452	36439	36489	36548	36478	36435	36438	36429	36441	36445	36434	36463	36468	36455	36433	36439	36423
8	36425	36438	36417	36484	36489	36476	36434	36438	36427	36439	36446	36433	36467	36471	36460	36429	36437	36420
9	36420	36427	36412	36478	36496	36456	36433	36437	36429	36443	36449	36432	36467	36472	36460	36425	36431	36416
10	36418	36422	36413	36449	36456	36444	36433	36437	36427	36435	36444	36427	36468	36471	36461	36420	36427	36412
11	36419	36423	36411	36438	36446	36429	36438	36442	36433	36421	36431	36411	36471	36477	36466	36415	36421	36407
12	36418	36422	36413	36432	36435	36426	36438	36444	36431	36414	36418	36407	36471	36478	36461	36412	36415	36409
13	36417	36421	36413	36427	36433	36420	36435	36450	36428	36415	36424	36407	36470	36476	36461	36411	36412	36410
14	36414	36417	36410	36427	36432	36422	36433	36445	36418	36434	36444	36423	36468	36473	36459	36416	36421	36413
15	36410	36413	36406	36425	36428	36420	36418	36433	36410	36450	36462	36445	36468	36473	36459	36438	36455	36422
16	36411	36426	36400	36426	36428	36421	36422	36439	36416	36476	36487	36466	36467	36472	36456	36472	36484	36457
17	36425	36431	36418	36432	36438	36428	36436	36445	36429	36491	36495	36488	36466	36471	36456	36474	36482	36465
18	36424	36431	36417	36432	36438	36423	36444	36451	36437	36493	36496	36488	36467	36472	36456	36463	36472	36452
19	36423	36428	36416	36426	36432	36417	36433	36441	36426	36492	36495	36487	36466	36470	36456	36456	36462	36449
20	36422	36426	36418	36421	36426	36416	36425	36432	36418	36484	36493	36476	36465	36471	36455	36447	36457	36435
21	36421	36424	36417	36412	36417	36405	36414	36422	36405	36477	36483	36470	36465	36470	36456	36437	36444	36428
22	36444	36559	36423	36409	36413	36404	36400	36410	36393	36466	36473	36456	36464	36468	36456	36432	36438	36423
23	36429	36451	36424	36409	36412	36404	36426	36446	36411	36462	36468	36454	36463	36468	36455	36430	36434	36421
24	36432	36437	36428	36418	36426	36413	36447	36455	36440	36460	36466	36452	36462	36467	36452	36427	36433	36417
25	36437	36439	36432	36432	36445	36426	36458	36465	36454	36469	36473	36462	36461	36467	36452	36421	36428	36411
26	36431	36440	36423	36448	36454	36442	36458	36467	36451	36469	36474	36463	36458	36466	36450	36415	36422	36406
27	36427	36432	36421	36454	36459	36448	36450	36457	36441	36461	36467	36454	36449	36457	36440	36412	36417	36404
28	36426	36431	36420	36452	36457	36443	36447	36452	36439	36453	36461	36445	36441	36445	36438	36407	36413	36398
29	36425	36429	36421				36446	36450	36440	36459	36463	36452	36431	36438	36424	36406	36411	36399
30	36424	36427	36418				36443	36449	36435	36460	36465	36450	36423	36426	36421	36407	36412	36399
31	36431	36443	36424				36442	36452	36433				36420	36424	36413			
	<b>36425,01</b>	<b>36559</b>	<b>36400</b>	<b>36443,31</b>	<b>36548</b>	<b>36404</b>	<b>36437,45</b>	<b>36467</b>	<b>36393</b>	<b>36453,95</b>	<b>36496</b>	<b>36407</b>	<b>36459,10</b>	<b>36478</b>	<b>36413</b>	<b>36429,73</b>	<b>36484</b>	<b>36398</b>



Tabela 7  
**RESUMO DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA**  
**PCH Verde 4 Jusante – 63250950**

N°	DATA	COTA (cm)	VAZÃO (m3/s)	ÁREA (m2)	LARGURA (m)	VELOC. (m/s)	PROF. (m)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)	DESCARGA SÓLIDA TOTAL (t/dia)
1	29/01/2018	279	123	87,3	38,27	1,404	2,28	75,0	2284,38
2	19/05/2018	256	118	81,2	38,50	1,451	2,11	53,3	1887,77
3	11/08/2018	223	76,2	63,6	37,91	1,198	1,68	1,00	125,29
4	25/02/2019	218	74	62,6	38,63	1,182	1,62	1,00	122,44
5	22/07/2019	214	76,7	62,8	39,40	1,221	1,59	12,0	497,84
6	10/09/2019	199	64,4	55	38,50	1,171	1,43	1,00	114,93
7	07/11/2019	196	66	58,3	40,14	1,131	1,45	1,00	111,11
8	03/04/2020	229	92,5	71,7	40,23	1,291	1,78	20,0	800,52
9	11/07/2020	413	66,8	53,4	34,50	1,21	1,55	2,00	162,42
10	26/08/2020	196	65,8	56,9	39,71	1,157	1,43	4,00	235,8
11	30/10/2020	212	76,4	62,9	40,17	1,215	1,56	2,00	190,9
12	26/04/2021	191	52,5	42,8	35,00	1,227	1,24	3,30	204,5
13	11/07/2021	192	52,2	43,6	35,00	1,196	1,25	1,00	105,3
14	01/11/2021	181	45,1	42,4	34,00	1,063	1,25	1,00	77,80
15	Não executado a campanha hidrométrica devido a cheia								
16	28/03/2022	233	77,13	63,9	40,00	1,207	1,60	8,8	415,45
17	12/07/2022	198	60,2	50,8	40,00	1,186	1,27	4,0	241,2
18	29/10/2022	266	138,0	89,9	42,90	1,536	2,14	1,0	271,13
19	28/12/2022	203	79,5	64,6	40,00	1,230	1,62	5,0	319,77
20	10/03/2023	205	77,0	62,2	39,59	1,239	1,57	1,0	241,52
21	08/06/2023	209	63,3	53,3	40,00	1,187	1,33	-	-



Anotação de Responsabilidade Técnica -  
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO  
1320210037859

### Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MS

#### 1. Responsável Técnico

EDGAR POSSER JUNIOR

RNP: 1712842838

Título Profissional: ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Registro: PR136690

Empresa Contratada: OVERTECH MANUTENCAO EM EQUIPAMENTOS DE TELEMETRIA E HIDROMETEOROLOGIA LTDA

Registro: 20309

#### 2. Dados do Contrato

Contratante: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

CPF/CNPJ: 11.151.033/0002-30

Rua: FAZENDA BARAGEM RODOVIA 357

Bairro: ZONA RURAL

Número: KM 85

Cidade: RIBAS DO RIO PARDO

UF: MS

País: Brasil

Contrato: 7184

Celebrado em: 09/01/2020

CEP: 79.180-000

Valor: R\$ 99.290,00

Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA

Vinculado à ART:

Ação Institucional:

#### 3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
FAZENDA BARAGEM RODOVIA 357	ZONA RURAL	KM 85		RIBAS DO RIO PARDO	MS	BRA	79.180-000	
Data de Início: 09/01/2020		Previsão Término: 31/12/2024			Código:			
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA		Proprietário: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.			CPF/CNPJ: 11.151.033/0002-30			
Finalidade:								

#### 4. Atividades Técnicas

Consultoria	Quantidade	Unidade
Coleta de dados Meio Ambiente -> Manejo e Gestão de Bacias Hidrográficas -> de gestão de bacias hidrográficas	1,0000	unidade (un)
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART		

#### 5. Observações

Medições de descarga líquida, coletas sedimentométricas, consistência dos dados e relatórios anuais

#### 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.

Ribas do Rio Pardo - MS

28 / 04 / 2021

Local

data

067.468.079-78 EDGAR POSSER JUNIOR

11.151.033/0002-30 - SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

#### 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 de Mato Grosso do Sul

Valor ART: R\$ 233,94

Registrada em 16/04/2021

Valor Pago: R\$ 233,94

Nosso Número: 1400000000866640



**ELERA RENOVÁVEIS**

# **PCH VERDE 4**

---

**MONITORAMENTO**

**SEDIMENTOMÉTRICO SEMESTRAL  
1º/2023**

Ribas do Rio Pardo – MS,  
Junho/2023

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1. Apresentação da empresa contratada para realização dos serviços ....	4
1.2. Corpo técnico .....	4
1.3. Identificação do Empreendimento.....	4
2. OBJETIVO .....	4
3. METODOLOGIA .....	4
3.1. Levantamento das Seções Topobatimétricas .....	4
3.2. Curvas Cota x Área x Volume .....	8
3.4. Estudo Sedimentométrico .....	11
4. COMPARATIVO AEROFOTOGRAMÉTRICO .....	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

## **1. INTRODUÇÃO**

Monitoramento sedimentométrico é o conjunto de ações e equipamentos destinados ao levantamento de dados de sedimentos em suspensão e de fundo, que permitam determinar a descarga sólida total.

Embora os estudos sedimentológicos sejam necessários desde as fases de inventário, viabilidade e de projeto básico do empreendimento, uma vez construída a barragem, eles não devem cessar. Com maior razão, nesta fase, deve-se ter uma vigilância dos efeitos do sedimento com a formação do reservatório. Uma obra dessa natureza sempre traz o desenvolvimento regional e, com isso, uma ocupação territorial que inclui o maior uso de solo na agricultura pela maior disponibilidade de água, na construção de estradas e toda uma transformação cujas conseqüências podem não ter sido avaliadas adequadamente nos estudos de planejamento.

O levantamento topobatimétrico sistemático do reservatório também é uma necessidade para determinação da disponibilidade hídrica através das novas curvas cota x área x volume e verificação da nova forma do reservatório. Além disso também são recomendados estudos comparativos a partir de fotos de satélite de épocas diferentes, que permitem a obtenção de diversas informações sobre as transformações sofridas na área de interesse do aproveitamento.

Para a realização do monitoramento do assoreamento dos reservatórios é recomendado a implantação de seções de controle, possibilitando acompanhar a evolução dos depósitos sedimentares no leito ou comprovar sua inexistência. Essas seções serão materializadas através de marcos de concreto, somando dois marcos para cada seção, ou seja, um marco em cada margem do reservatório, instalado afastado do local da linha de operação normal do empreendimento, de forma intervisível e alinhados perpendicularmente ao fluxo do corpo hídrico (ANA, 2013).

O levantamento topobatimétrico deverá ser realizado necessariamente por ecobatímetro, controlado posicionalmente por georreferenciamento no Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), com a implantação de uma Rede de

Vértices Geodésicos (RVG) e utilização de posicionamento em tempo real (RTK). A representação planialtimétrica do reservatório se dará desde a parte mais profunda até o nível normal operacional (ANA, 2013).

### **1.1. Apresentação da empresa contratada para realização dos serviços**

A empresa MEDEIROS DOS SANTOS – AGRIMENSURA E MEIO AMBIENTE tem experiência em levantamentos topográficos com uso de equipamentos GPS de dupla frequência L1/L2 com tecnologia RTK (Real Time Kinemático), ecobatímetro e VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado).

### **1.2. Corpo técnico**

Participaram da realização dos serviços contratados pela Elera Renováveis, os seguintes profissionais:

- Rogério Silva dos Santos – Eng. Agrônomo;
- Altamir Seibert de Brum –Topografo.

### **1.3. Identificação do Empreendimento**

A PCH VERDE 4, construída no Rio Verde, de propriedade da Savana Geração de Energia, tem capacidade de geração instalada de 19 MW. A barragem e casa de força da usina estão localizados na divisa dos municípios de Água Clara e Ribas do Rio Pardo ambas no estado do Mato Grosso do Sul, na bacia 6 (Rio Paraná), sub-bacia 63 (Rio Paraná e Outros).

## **2. OBJETIVO**

Levantamento topobatimétrico das cinco seções instaladas para monitoramento sedimentométrico e avaliação do processo de assoreamento.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Levantamento das Seções Topobatimétricas**

Foi realizado o levantamento topobatimétrico das 5 seções de controle instaladas ao longo do reservatório para o monitoramento do assoreamento, sendo cada seção constituída de dois marcos de concreto, um em cada margem do reservatório. As coordenadas UTM de cada seção de controle estão na



Tabela 1 abaixo, assim como a localização de cada seção está representada nas Figura 1 e Figura 2.

Tabela 1 – Coordenadas planas, meridiano central -51, fuso 22S, Sirgas-2000, da Rede de Vértices Geodésicos (RVG)

<b>Localção 1</b>				
P. Visado	Descrição	Coord. E(X)	Coord. N(Y)	Cota Z
S1E	MARCO	260865.3660	7790751.8060	366.110
S1D	MARCO	261471.9630	7791417.1920	365.821
S2E	MARCO	260948.1830	7792672.8420	366.344
S2D	MARCO	260212.7840	7792489.1820	365.666
S3E	MARCO	260292.1920	7793885.3550	366.824
S3D	MARCO	259408.4440	7793791.9200	367.776
S4E	MARCO	255598.1110	7799258.8780	366.113
S4D	MARCO	255764.4700	7799138.8530	365.901
S5E	MARCO	253651.1570	7799550.6560	369.097
S5D	MARCO	253586.0030	7799427.6450	366.876

A nomenclatura utilizada para cada seção de controle foi determinada conforme a posição da seção em relação ao barramento da PCH VERDE 4, sendo que a primeira seção (S1-E e S1-D) está localizada mais próxima ao barramento, ou seja, S1-E = primeira seção margem esquerda e S1-D = primeira seção margem direita, e assim sucessivamente.

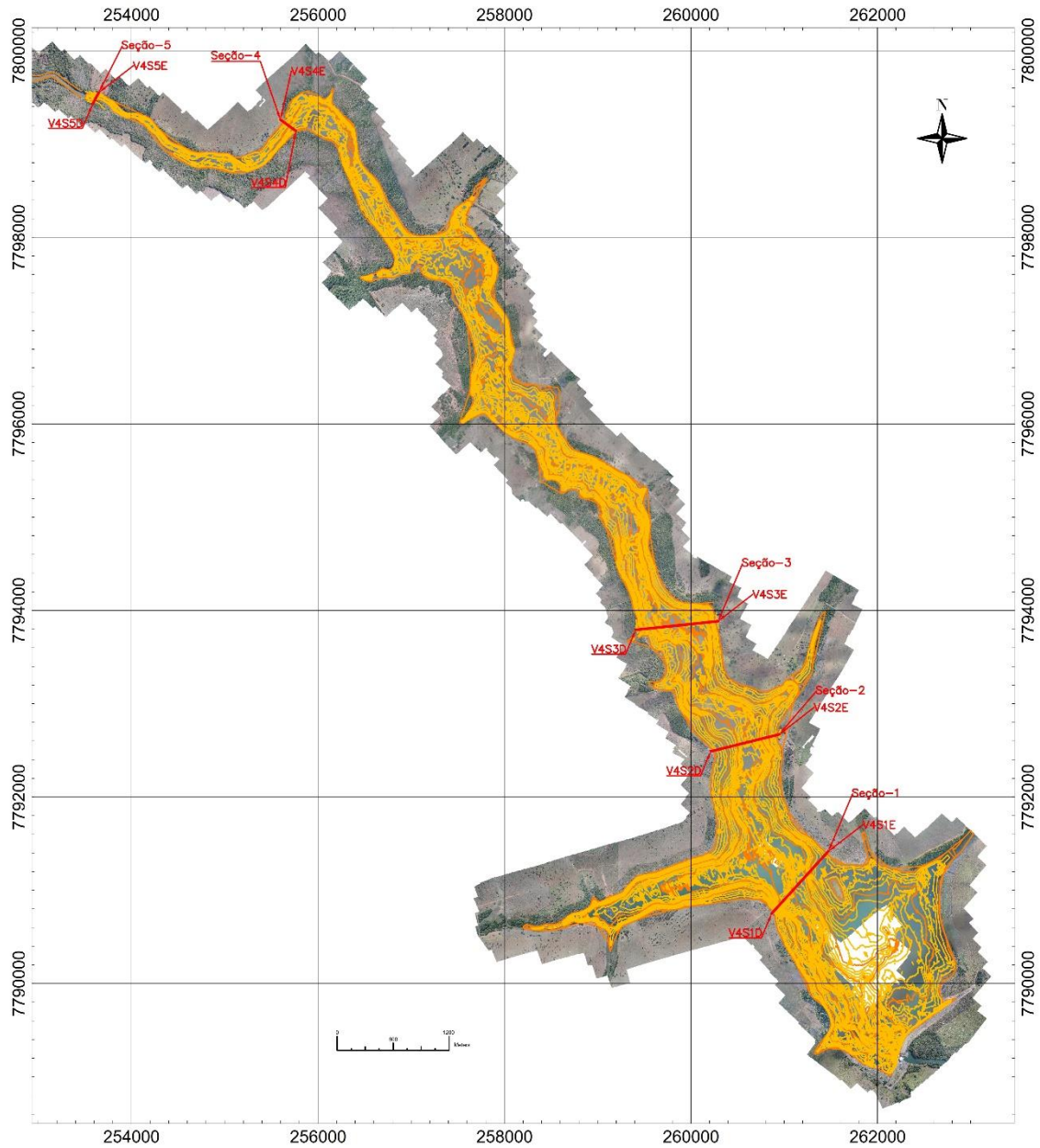


Figura 1 – Representação da localização de cada seção de controle implantada no reservatório da PCH VERDE 4

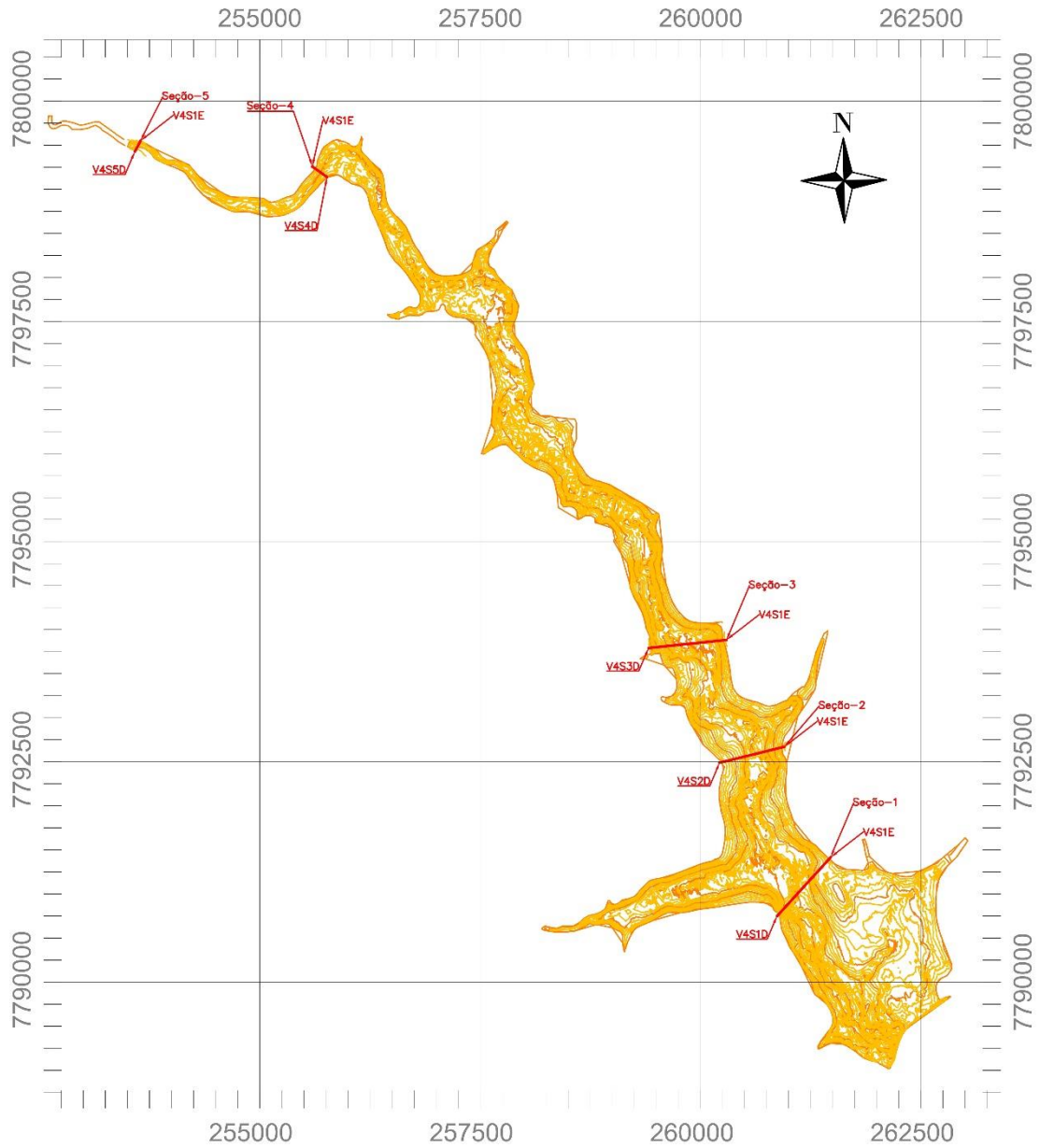


Figura 2 – Representação da localização de cada seção de controle implantada no reservatório da PCH VERDE 4

### 3.2. Curvas Cota x Área x Volume

Conforme histórico de atividades do setor ambiental da Elera Renováveis, esta possui um levantamento atualizado das curvas Cota x Área x Volume (CAV) realizado no primeiro semestre do ano de 2020.

Tabela 2 – Curvas Cota x Área x Volume (CAV) – PCH VERDE 4

COTA	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	VOLUME (Hm <sup>3</sup> )
341	0	0
341,5	0,00000297	0,00000008
342	0,00004828	0,00001154
342,5	0,00011748	0,00005296
343	0,00022712	0,00012936
343,5	0,00083927	0,00035255
344	0,00266912	0,00118366
344,5	0,00646523	0,00338974
345	0,01245641	0,00806231
345,5	0,02184737	0,01634955
346	0,03656773	0,03079766
346,5	0,05854434	0,05437884
347	0,08595846	0,09022396
347,5	0,1217555	0,14192176
348	0,16520586	0,21335413
348,5	0,22399127	0,30884189
349	0,29933035	0,43857545
349,5	0,41792151	0,61991565
350	0,5227061	0,85495052
350,5	0,66305855	1,14855002
351	0,81421199	1,51847691
351,5	0,93730324	1,95624524
352	1,05572097	2,45469336
352,5	1,18237333	3,01351549
353	1,31345633	3,63703897

COTA	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	VOLUME (Hm <sup>3</sup> )
353,5	1,46128956	4,32988465
354	1,63968941	5,10339354
354,5	1,85730076	5,97675369
355	2,08423134	6,96218719
355,5	2,33674574	8,06637231
356	2,60266983	9,30054839
356,5	2,88073581	10,67111199
357	3,18194007	12,18701353
357,5	3,50208294	13,85701849
358	3,8989707	15,70396219
358,5	4,27600616	17,75074992
359	4,64385954	19,97862843
359,5	5,04845783	22,40085569
360	5,50407621	25,0395967
360,5	5,91254289	27,89373233
361	6,34726523	30,95634758
361,5	6,8004746	34,24469836
362	7,24077257	37,75504331
362,5	7,72881855	41,49479083
363	8,23500855	45,4863926
363,5	8,6563589	49,71605554
364	9,04325987	54,14122845
364,5	9,44395397	58,77302966
365	9,82015257	63,58907174

A Figura 3 abaixo, representam as curvas Cota x Área x Volume (CAV) da PCH VERDE 4.

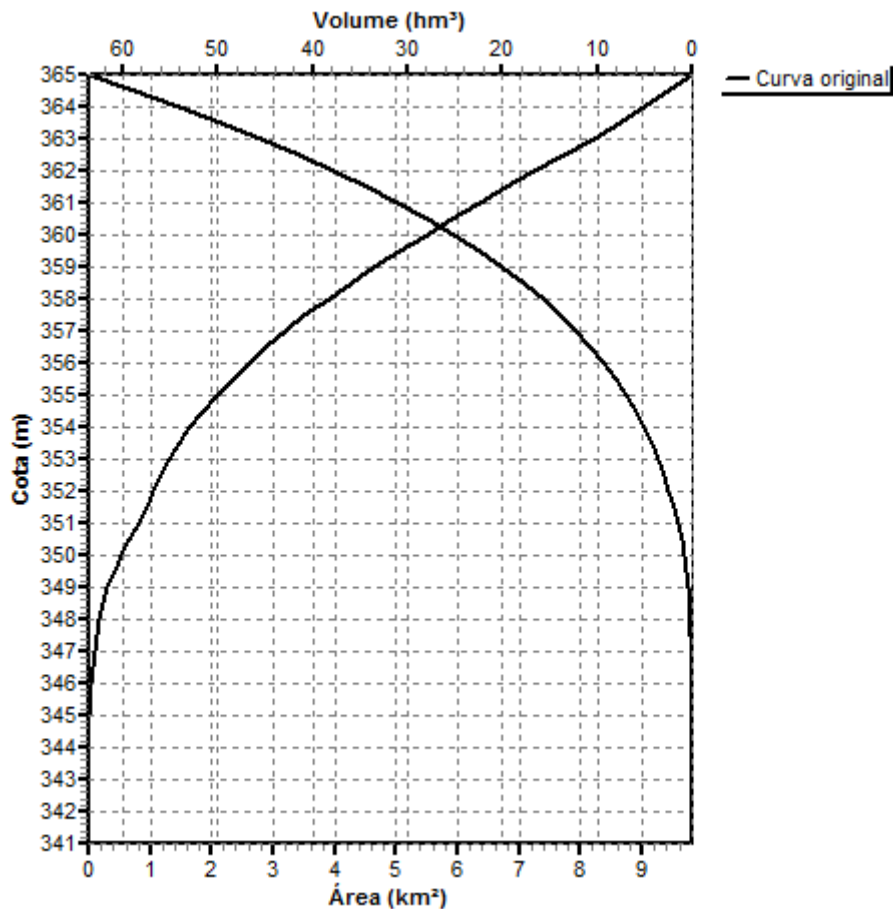


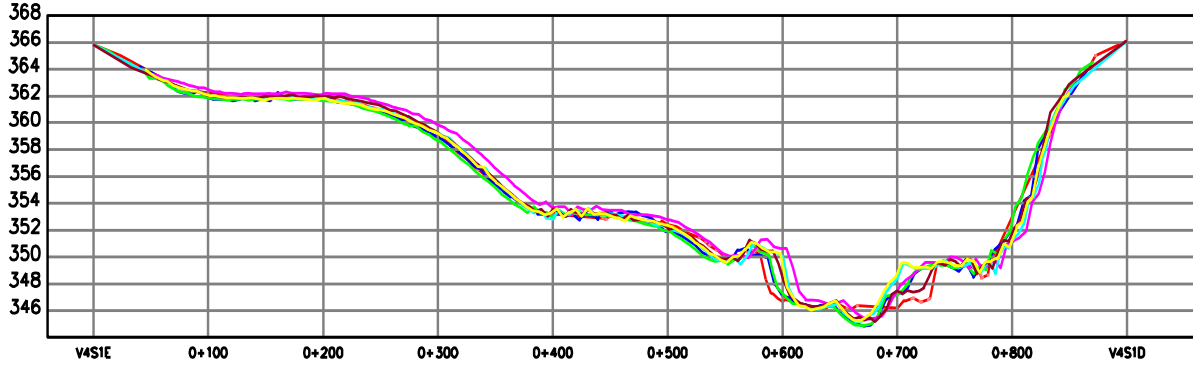
Figura 3 – Curva Cota x Área x Volume – PCH VERDE 4 (1º sem/2020)

### 3.3. Seções de Controle de Sedimentos

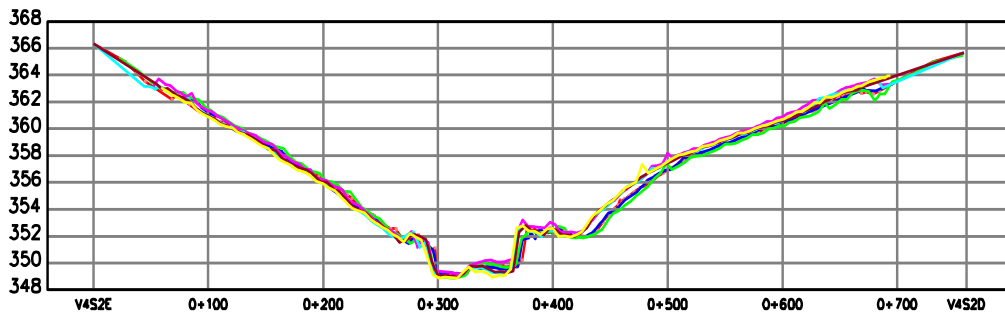
As seções de controle de sedimentos servem para monitorar a morfometria do reservatório na região onde foram instalados os marcos de concreto, permitindo verificar os efeitos de erosões e assoreamentos que possam estar ocorrendo e que possam comprometer o funcionamento da usina. Os conjuntos de seções de controle implantadas, foram posicionadas em locais onde se espera uma probabilidade maior de deposição de sedimentos no fundo.

- Perfil: junho/2020
- Perfil: dezembro/2020
- Perfil: junho/2021
- Perfil: novembro/2021
- Perfil: junho/2022
- Perfil: dezembro/2022
- Perfil: junho/2023

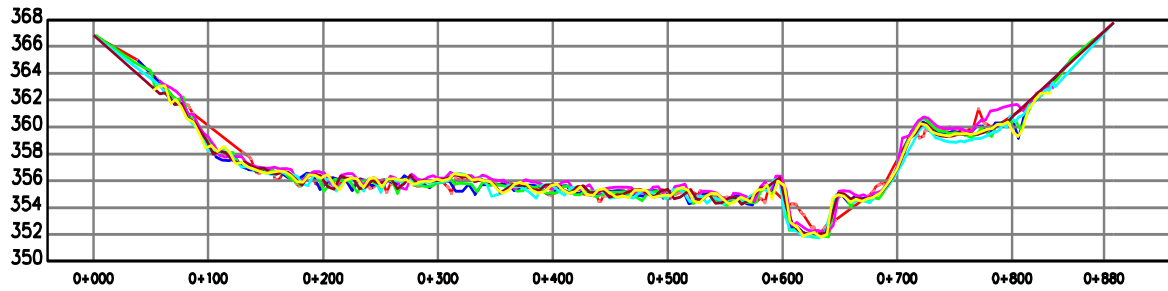
SEÇÃO-V4-1



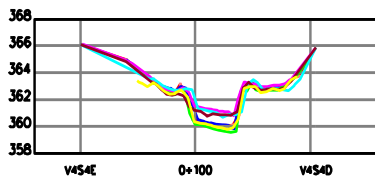
SEÇÃO-V4-2



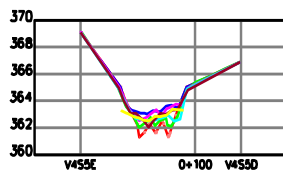
SEÇÃO-V4-3



SEÇÃO-V4-4



SEÇÃO-V4-5





### 3.4. Estudo Sedimentométrico

#### 3.4.1. Definição das Vazões e Descarga Solida

Para Caracterização hidrológica do trecho em estudo utilizamos os dados de descarga líquida enviadas por telemetria pelas estações hidrológicas ao banco de dados da ANA (Agencia Nacional das Aguas). Após o *Download* das séries históricas do ano de 2021, foi possível calcular as médias mensais para dois pontos de interesse no monitoramento, sendo um a montante (PCH Verde 4A Jusante – 63250900) e um a jusante (PCH Verde 4 Jusante – 63250950).

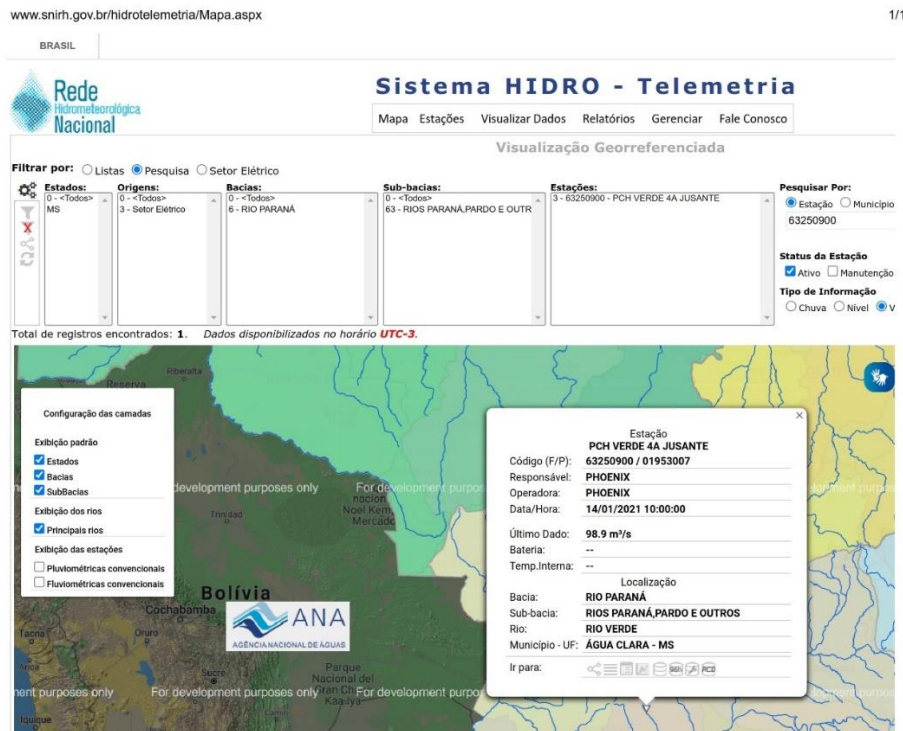


Figura 4 – Rede Hidrometeorologica Nacional – Estação 63250900

Para determinação das descargas sólidas totais utilizamos as equações de Curva Chave de Sedimentos extraídas dos estudos de campo realizados pela empresa “OVERTECH Soluções Tecnológicas”, os resultados estão disponibilizados no relatório “Relatório\_PCH\_Verde\_4A\_Dez\_2022”.

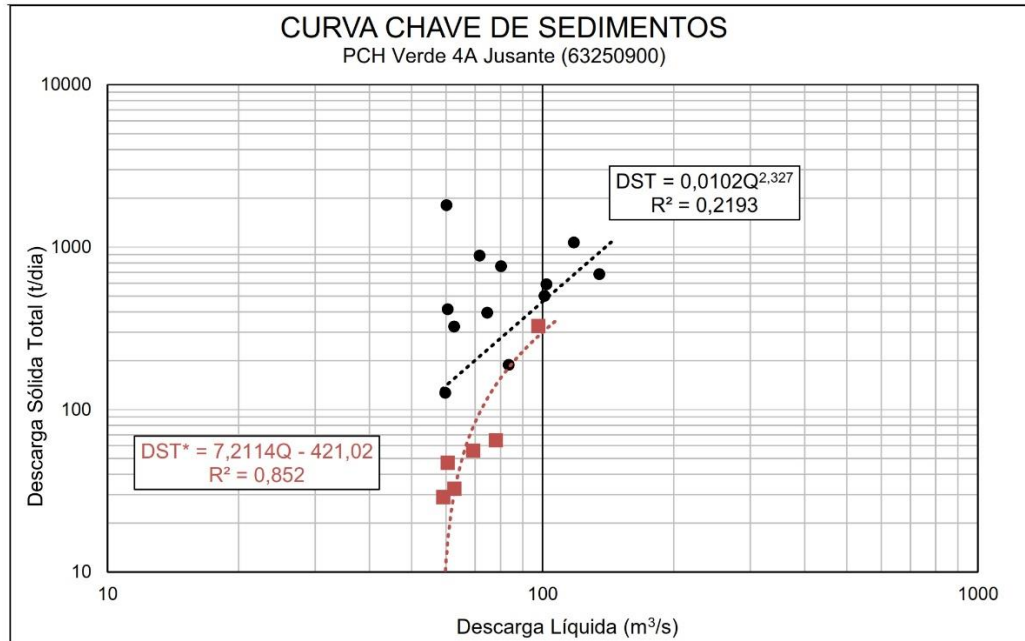


Figura 5 – Curva Chave – Estação 63250900

Tabela 3 – Descarga Média Líquida e Sólida – Estação Hidrológica 63250900

Estação: 3 - 63250900 - PCH VERDE 4A JUSANTE			
Periodo	Vazão (m³/s)	Descarga Sólida Total (T/dia)	DST Média Semestral (T/dia)
jan/20	102,224	459,446	327,259
fev/20	106,396	509,855	
mar/20	88,226	313,154	
abr/20	87,025	302,175	
mai/20	74,531	201,861	
jun/20	70,871	177,064	
jul/20	64,483	138,468	111,421
ago/20	60,196	115,763	
set/20	55,291	92,787	
out/20	56,662	98,896	
nov/20	56,748	99,29	
dez/20	61,676	123,321	
jan/21	116,54	646,247	279,663
fev/21	102,84	466,683	
mar/21	84,35	278,589	
abr/21	55,88	95,383	
mai/21	56,05	96,140	
jun/21	55,78	94,940	
jul/21	51,53	77,244	149,252
ago/21	48,46	65,813	
set/21	48,13	64,664	

out/21	78,27	229,311	
nov/21	63,48	132,911	
dez/21	89,55	325,566	
jan/22	80,05	274,006	240,562
fev/22	89,09	351,424	
mar/22	83,27	300,315	
abr/22	76,64	247,574	
mai/22	58,24	130,706	
jun/22	59,87	139,348	
jul/22	54,36	111,344	148,184
ago/22	59,59	137,880	
set/22	60,84	144,706	
out/22	64,64	166,603	
nov/22	55,19	115,324	
dez/22	71,88	213,249	
jan/23	79,56	270,081	371,329
fev/23	91,10	370,133	
mar/23	98,68	445,850	
abr/23	103,00	492,598	
mai/23	89,54	355,577	
jun/23	82,48	293,735	
<b>Média Anual</b>	<b>73,65</b>	<b>232,524</b>	

### 3.4.2. Cálculo do Volume Assoreado

Os dados básicos para a avaliação do assoreamento são os níveis e volumes característicos do reservatório, as curvas cota x área x volume, os valores de descarga sólida média, o peso específico aparente médio dos depósitos e a eficiência de retenção de sedimentos, além da taxa de aumento anual na produção de sedimentos.

Os valores acima são variáveis com o tempo. A eficiência de retenção do reservatório diminui à medida que aumentam os depósitos e o peso específico aparente se altera com a compactação ao longo do tempo. Foi utilizado os Softwares SEDIMENT e DPOSIT para os cálculos de assoreamento, Figura 11 e 12.

Conforme os dados apresentados na Tabela 4 chegamos ao seguinte resumo e cálculo do volume de sedimento médio anual retido, ver Tabela 5 e 6.

Tabela 4 – Cálculo do Volume de Sedimento Médio Anual – PCH VERDE 4

DADOS	Reservatório de PCH VERDE 4 (Savana Geração de Energia)
Nível d'água máximo normal	<b>365,00 m</b>
Nível d'água mínimo normal	<b>364,00 m</b>
Volume no NA máx. normal	<b>63589071 m<sup>3</sup></b>
Volume no NA mín. normal	<b>54141228 m<sup>3</sup></b>
Volume morto (na soleira tom. d'água)	<b>4329884 m<sup>3</sup></b>
Vazão afluyente média 1° semestre/23 Ql	<b>73,65 m<sup>3</sup>/s</b>
Descarga sólida total média 1° semestre/23 Qst	Dst = 371,329 t/dia
Deflúvio sólido total médio anual <i>Dst</i> <i>Dst = 365 x Qst</i> <i>Qst = descarga sólida total, em t/dia</i>	<b>Dst = (365/2) x 371,329</b> <b>67.767,54 t/1°sem 2023</b>
Peso específico aparente $\gamma_{ap}$ (segundo ZHIDE, 1998)	1,55 t/m <sup>3</sup>
Volume de sedimento médio para o 1° semestre/2023 (calculado a partir da equação de transporte de sedimento e da série de vazões)	43.720,99 m <sup>3</sup> /1° sem 2023

Tabela 5 – Tempo de Assoreamento – PCH VERDE 4 – 1° semestre/2023

Tempo (anos)	Vsól. depos. (hm <sup>3</sup> )	Vsól. efluente (hm <sup>3</sup> )	Er (%)	Gama ap. (t/m <sup>3</sup> )	Qsól. afluyente (t/ano) x 10 <sup>3</sup>	Qsól. efluente (t/ano) x 10 <sup>3</sup>	Vs depos./ Vtotal reserv.
1	0,285	0,015	82,883	1,545	69,12	11,83	0,40%
2	0,323	0,023	82,875	1,545	70,51	12,07	0,50%
3	0,361	0,031	82,866	1,545	71,92	12,32	0,60%
4	0,401	0,04	82,858	1,546	73,35	12,57	0,60%
5	0,441	0,048	82,849	1,546	74,82	12,83	0,70%
10	0,653	0,093	82,802	1,546	82,61	14,21	1,00%
20	1,147	0,198	82,692	1,547	100,7	17,43	1,80%
30	1,747	0,327	82,556	1,547	122,75	21,41	2,70%
40	2,477	0,486	82,388	1,547	149,63	26,35	3,90%
50	3,366	0,681	82,178	1,548	182,4	32,51	5,30%
60	4,445	0,922	81,915	1,548	222,35	40,21	7,00%
70	5,756	1,222	81,584	1,548	271,04	49,91	9,10%
80	7,347	1,594	81,164	1,548	330,4	62,23	11,60%
90	9,274	2,06	80,625	1,548	402,75	78,03	14,60%
100	11,605	2,647	79,925	1,548	490,95	98,56	18,20%
110	14,417	3,394	79,001	1,548	598,47	125,67	22,70%
120	17,798	4,353	77,755	1,548	729,53	162,28	28,00%
130	21,841	5,604	76,111	1,548	889,29	212,45	34,30%
140	26,656	7,245	74,191	1,548	1.084,04	279,78	41,90%
150	32,337	9,446	71,325	1,548	1.321,44	378,92	50,90%

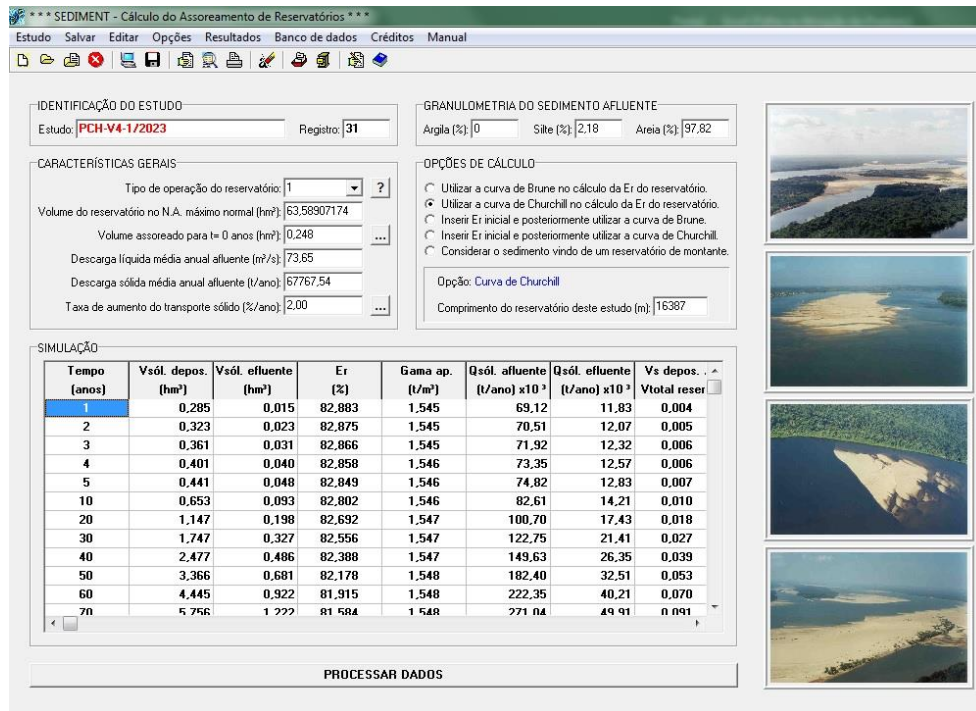


Figura 6 - Software SEDIMENT – PCH VERDE 4

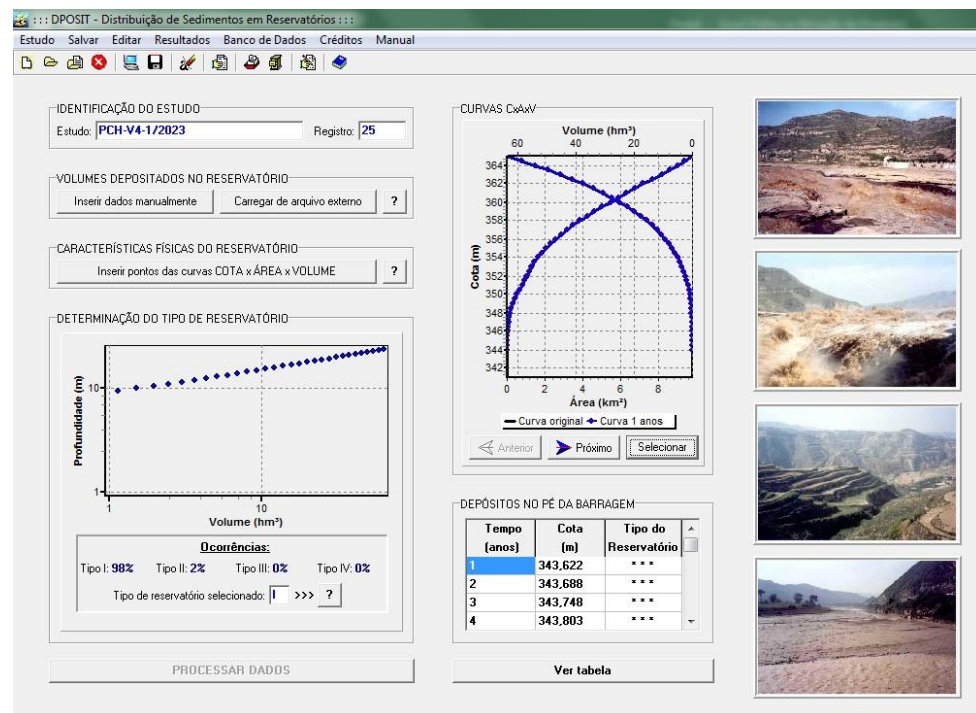


Figura 7 - Software DPOSIT – PCH VERDE 4

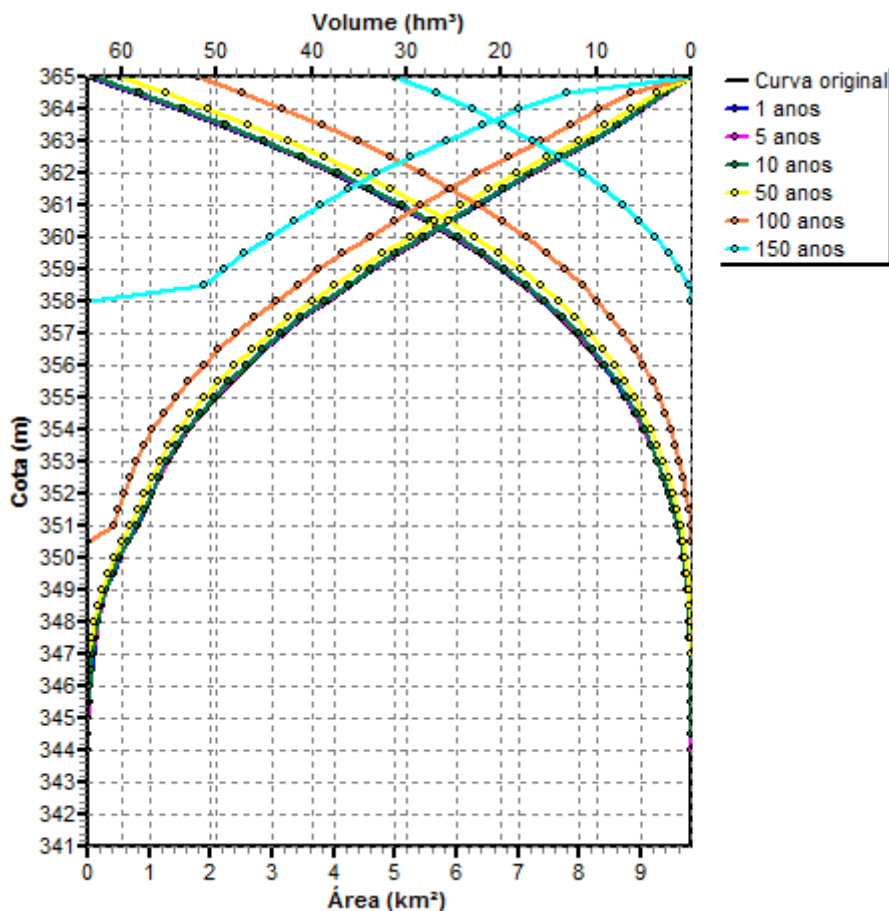


Figura 8 – Estudo de Vida Útil - Novas Curvas cota x área x volume jun/2023

### 3.4.3. Altura de Depósito no pé da Barragem

Considerando o reservatório operado em sua cota máxima normal (El. 365,00m), foram calculadas as parcelas de sedimento que se depositam no pé do barramento e suas respectivas cotas alcançadas após  $n$  anos de operação, segundo a metodologia desenvolvida por Borland & Miller, apresentada em Carvalho, 1994. Para os cálculos e resultados foi utilizado o Software DPOSIT.

A Tabela 6 apresenta a cota de altura de sedimentos no pé da barragem, para cada horizonte de operação.



Tabela 6 – Altura de Sedimento no Pé da barragem – PCH VERDE 4

Tempo (anos)	Cota (m)	Tipo Reserv. Reservatório
1	343,622	I
2	343,688	I
3	343,748	I
4	343,803	I
5	343,854	I
10	344,088	I
20	344,64	I
30	345,087	I
40	345,533	I
50	346,061	I
60	346,424	I
70	347,073	I
80	347,622	I
90	348,238	I
100	348,859	I
110	349,385	I
120	350,139	I
130	350,916	I
140	353,051	I
150	354,987	I

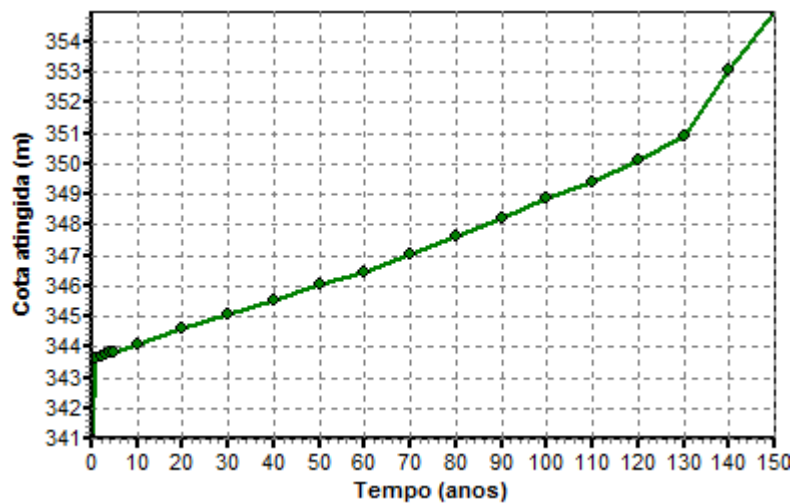


Figura 9 – Curva do Avanço do Assoreamento no Pé da Barragem junho/2023.

#### **4. COMPARATIVO AEROFOTOGRAMÉTRICO**

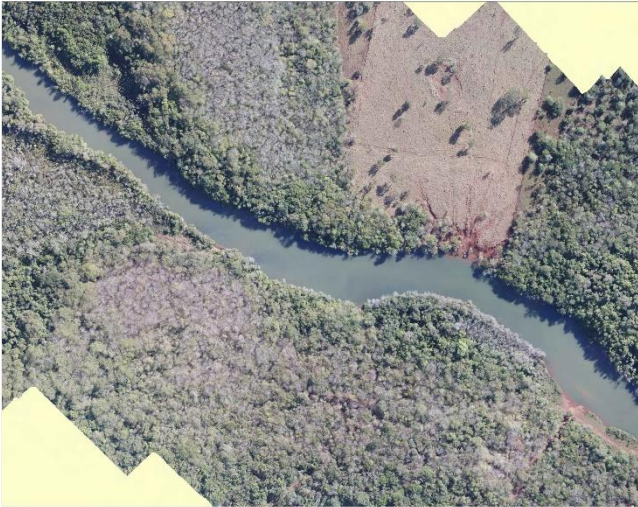


Figura 10 – Ortofoto junho/2020



Figura 11 – Ortofoto junho/2023



Figura 12 – Ortofoto junho/2020



Figura 13 – Ortofoto junho/2023



Figura 14 – Ortofoto junho/2020



Figura 15 – Ortofoto junho/2023





Figura 16 – Ortofoto junho/2020



Figura 17 – Ortofoto junho/2023



Figura 18 – Ortofoto junho/2020



Figura 19 – Ortofoto junho/2023



Figura 20 – Ortofoto junho/2020

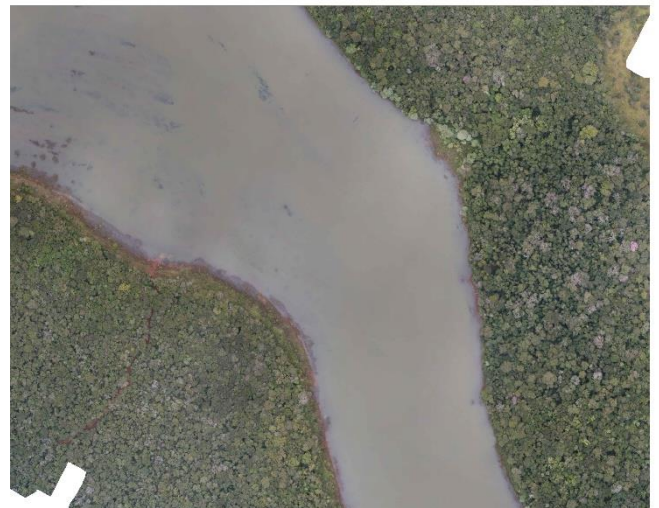


Figura 21 – Ortofoto junho/2023

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a geração dos perfis das seções topobatimétricas ficou visível a conformação do leito do reservatório nos pontos monitorados apresentando uma forte tendência na estabilidade do material de fundo, mantendo o qual não apresentou acúmulos ou movimentação substanciais.

O mapeamento aerofotogramétrico da montante do reservatório gerou a imagem atualizada que está sendo fornecida pelo Grupo MS. Com este produto foi possível observar que o não houve acúmulo de material visível com relação a imagem do 1º semestre de 2020.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA / ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução conjunta ANEEL/ANA nº 03**, de 10 de agosto de 2010.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Orientação para atualização das curvas cota x área x volume**. Superintendência de Gestão de Rede Hidrometeorológica. Brasília, DF, 2013.

CORREA FILHO, C. R.; ALBERTIN, L. L.; MAUAD, F. F.; **Determinação dos polinômios cota x área x volume utilizando sonda Acoustic Doppler Profiler (ADP) do reservatório de Barra Bonita – SP**. Revista Minerva Pesquisa & Tecnologia. v.2, n.1, p.79-90, 2005.

ESTIGON, M.V.; MATOS, A. J. S.; MAUAD, F.F.; **Análise da orientação da ANA para atualização das curvas cota – área – volume de reservatórios**. X Encontro Estadual de Engenharia de Sedimentos. Foz do Iguaçu, PR, 2012.

FERREIRA, I. O; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, A. DE P.; **Levantamento batimétrico automatizado aplicado a gestão de recursos hídricos. Estudo de Caso: Represamento do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – MG**. IV

Simpósio Brasileiro de Ciência Geodésicas. Recife, PE, 2012.

NAKAO, L. T. H.; KRUEGER, C. P.; **Análise dos métodos de posicionamento e dos parâmetros definidores da qualidade de um levantamento batimétrico.** Boletim de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná Curitiba, Brasil, v.23, n.3, p.418-433, 2017.



Anotação de Responsabilidade Técnica -  
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO  
1320210005177

### Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MS

#### 1. Responsável Técnico

ROGERIO SILVA DOS SANTOS

RNP: 2200741472

Título Profissional: ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Registro: RS144438

Empresa Contratada:

Registro:

#### 2. Dados do Contrato

Contratante: MEDEIROS DOS SANTOS &amp; CIA LTDA

CPF/CNPJ: 32.226.451/0001-38

Rua: AV. FLORDUARTE JOSÉ MARQUES

Bairro: CENTRO

Número: 5624

Cidade: SANTO ANTÔNIO DAS MISSÕES

UF: RS

País: Brasil

Contrato:

Celebrado em: 01/12/2020

CEP: 97.870-000

Valor: R\$ 57.000,00

Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA

Vinculado à ART:

Ação Institucional:

#### 3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
PCH - VERDE 4	DISTRITO DE SÃO DOMINGOS	S/N	ZONA RURAL	ÁGUA CLARA	MS	BRA	79.680-000	
PCH - VERDE 4A	DISTRITO DE SÃO DOMINGOS	S/N	ZONA RURAL	ÁGUA CLARA	MS	BRA	79.680-000	
Data de Início: 14/12/2020		Previsão Término: 01/07/2023			Código:			
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA		Proprietário: BROOKFIELD ENERGIA RENOVAVEL S. A.			CPF/CNPJ: 02.808.298/0001-96			
Finalidade:								

#### 4. Atividades Técnicas

Execução	Quantidade	Unidade
Levantamento Topografia -> Levantamentos Topográficos Especiais e Nivelamentos de Precisão -> de levantamento ecobatimétrico	60,0000	unidade (un)
Mensuração Meio Ambiente -> Manejo e Gestão de Bacias Hidrográficas -> de gestão de bacias hidrográficas	6,0000	unidade (un)
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART		

#### 5. Observações

#### 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

15.923.220/0001-64 - ACEA

#### 8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local

data

002.014.980-81 - ROGERIO SILVA DOS SANTOS

32.226.451/0001-38 - MEDEIROS DOS SANTOS &amp; CIA LTDA

#### 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.confea.org.br](http://www.confea.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

Valor ART: R\$ 233,94

Registrada em 18/01/2021

Valor Pago: R\$ 233,94

Nosso Número: 14000000008176960