

# **Savana Geração de Energia S.A.**

**PROGRAMAS AMBIENTAIS**  
PRIMEIRO SEMESTRE  
2020

**PCH VERDE 4**

**Julho de 2020**

## SUMÁRIO

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



## INTRODUÇÃO

Este documento apresenta as informações das atividades realizadas no primeiro semestre de 2020, durante a execução dos Programas Ambientais da PCH Verde 4, em atendimento à condicionante 3 da LO nº 481/2018, emitida pelo IMASUL. Os programas estão apresentados a seguir:

<b>Programa Ambiental</b>	<b>Responsável Técnico</b>
Gestão Ambiental	Regis Moreira Gomes Yamaciro (Elaboração do Relatório - Biólogo CRBio: 106877/01-D)
Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais	Roney Aparecido Gomes (Químico –CRQ: 20200002 – XX Região)
Programa de Monitoramento de Água Subterrânea: Nível d'água e Qualidade da água	Roney Aparecido Gomes (Químico –CRQ: 20200002 – XX Região)
Programa de Monitoramento de Comunidade Aquática: abrangendo os grupos Zooplâncton, Fitoplâncton, Bentos, Perifiton, Ictiofauna e Macrófitas	José Milton Longo (Coordenador, Ictiofauna e Macrófitas- Biólogo CRBio: 23.264/01-D) Fábio Ricardo da Rosa (Zooplâncton, Bentos e Ictiofauna- Biólogo CRBio: 40.701/01-D) Iola Reis Lopes (Fitoplâncton e Perifiton- 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)
Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre abrangendo os grupos: Mastofauna, Herpetofauna e Avifauna	José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador e Mastofauna- Biólogo CRBio: 8.769/01-D) José Milton Longo (Coordenador- Biólogo CRBio: 23.264/01-D ) Ana Luiza Cesquin Campos (Herpetofauna- Bióloga CRBio: 43.731/01-D) Thiago Matheus Breda (Avifauna- Biólogo CRBio 68.722/01-D) Giovane Lima Vilhanueva (Mastofauna- Biólogo CRBio: 116.812/01-D)
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (obras civis)	Regis Moreira Gomes Yamaciro (Vistoria técnica- Biólogo CRBio: 106877/01-D)
Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório abrangendo Hidrossedimentológico, Batimétrico	Luiz Antônio Paiva (Processos Erosivos- Geólogo CREA/MS 7717/D) Ronald Eugenio Manz (Hidrossedimentometria- Geógrafo CREA-PR 132173/D)

## **1. GESTÃO AMBIENTAL**

A Gestão Ambiental tem sido executada de forma contínua, onde é feito o acompanhamento dos programas ambientais presentes na LO nº 481/2018, com apresentação de relatório semestralmente. As atividades realizadas nos programas de monitoramento de janeiro a junho de 2020 estão apresentadas no relatório do Anexo 1 deste documento.

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

O monitoramento ambiental do Programa de Monitoramento da Qualidade da Águas Superficiais tem sido executado trimestralmente, de acordo com a LO nº 481/2018. As campanhas foram realizadas nos meses de março e maio de 2020. Os resultados das campanhas realizadas estão apresentados no relatório do Anexo 2 deste documento.

## **3. 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, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha foi realizada no mês de maio de 2020. Os resultados da campanha estão apresentados no relatório do Anexo 3 deste documento.

## **4. 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, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha foi realizada no mês de abril de 2020, exceto o Monitoramento da Ictiofauna que foi realizado no mês de fevereiro de 2020. Os resultados da campanha estão apresentados nos relatórios do Anexo 4 deste documento.

**5. 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, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha foi realizada no mês de fevereiro de 2020. Os resultados da campanha estão apresentados no relatório do Anexo 5 deste documento.

**6. 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, de acordo com a LO nº 481/2018. A vistoria técnica das áreas do PRADE foi realizada no mês de junho de 2020. Os resultados da vistoria estão apresentados no relatório do Anexo 6 deste documento

**7. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO 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 tem sido executado semestralmente, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha do monitoramento de processos erosivos foi realizada no mês de fevereiro de 2020 e as campanhas do monitoramento hidrossedimentológico foram realizadas de forma contínua entre janeiro e junho de 2020. Os resultados da campanha estão apresentados nos relatórios do Anexo 7 deste documento.

**ANEXO 1**  
**GESTÃO AMBIENTAL**



# GESTÃO AMBIENTAL

## PCH VERDE 4

**Savana Geração de Energia S.A.**

**Água Clara - MS**

**Julho de 2020**



**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. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR</b> .....	3
<b>2. APRESENTAÇÃO</b> .....	4
<b>3. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>5. ATENDIMENTO ÀS CONDICIONANTES</b> .....	4
5.1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS .....	5
5.2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA: NÍVEL D'ÁGUA E QUALIDADE DA ÁGUA .....	7
5.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADE AQUÁTICA: ABRANGENDO OS GRUPOS ZOOPLÂNCTON, FITOPLÂNCTON, BENTOS, PERIFÍTON, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS .....	8
5.4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE ABRANGENDO OS GRUPOS: MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA E AVIFAUNA .....	10
5.5. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS) .....	13
5.6. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO.....	14
<b>6. PROTOCOLOS JUNTO AO IMASUL</b> .....	17
<b>7. ANEXOS</b> .....	17

## 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 DO RELATÓRIO

#### **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 PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO



**Regis Moreira Gomes Yamaciro**

Biólogo

CRBio 106877/01-D



## 2. APRESENTAÇÃO

Este documento descreve as atividades realizadas no 1º semestre de 2020 referentes à Gestão Ambiental da PCH Verde 4, localizada no município de Água Clara, estado de Mato Grosso do Sul, em atendimento à Licença de Operação nº 481/2018 expedida pelo IMASUL/MS.

## 3. INTRODUÇÃO

A Gestão Ambiental da PCH Verde 4 visa o acompanhamento e a compilação dos relatórios dos programas ambientais presentes na Licença de Operação LO nº 481/2018 e suas condicionantes específicas, com o intuito de sua correta execução, buscando minimizar os impactos negativos do empreendimento e a maximização dos aspectos positivos.

## 4. OBJETIVOS

- Promover o desenvolvimento dos programas ambientais na forma e no tempo adequado;
- Atender aos requisitos legais e as exigências técnicas formuladas pelo IMASUL/MS para atendimento à Licença de Operação dentro dos prazos previstos;
- Proteger a saúde e o meio ambiente.

## 5. ATENDIMENTO ÀS CONDICIONANTES

A Tabela 1 apresenta os programas ambientais definidos para PCH Verde 4 e sua periodicidade de execução e entrega de relatórios, de acordo com o item 3 das condicionantes específicas da LO.





**Tabela 1 – Programas Ambientais da PCH Verde 4.**

Programas Ambientais	Periodicidade	Produtos
Programa de Comunicação Social	Semestral	Anual
Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais	Trimestral	Semestral
Programa de Monitoramento de Água Subterrânea: Nível d'água e Qualidade da água	Semestral	Semestral
Programa de Monitoramento de Comunidade Aquática: abrangendo os grupos Zooplâncton, Fitoplâncton, Bentos, Perifíton, Ictiofauna e Macrófitas	Semestral	Semestral
*Subprograma Ictioplâncton	Mensal (novembro a março)	Mês de abril
Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre abrangendo os grupos: Mastofauna, Herpetofauna e Avifauna	Semestral	Semestral
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (obras civis)	Contínua	Semestral
Programa de Reflorestamento da Faixa de Preservação Permanente	Contínua	Anual
Programa de Monitoramento da Flora	Anual	Anual
Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório abrangendo Hidrossedimentológico, Batimétrico	Semestral	Semestral
Programa de Monitoramento de Resíduos (perigosos e não perigosos)	Semestral	Anual

A seguir é apresentado o resumo dos resultados dos produtos/relatórios gerados no 1º semestre de 2020:

## 5.1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

### 5.1.1. Objetivos

Medição e verificação de parâmetros da qualidade de água, para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água, mediante um conjunto de medidas e ações para a efetivação do enquadramento conforme CONAMA nº 357/05 e CECA/MS nº 36/12.

Monitoramento dos parâmetros físico-químicos e biológicos para controle, acompanhamento, identificando as tendências e avaliando os riscos, para tomada de ações de controle preventivo de poluição e qualidade – quando necessárias.

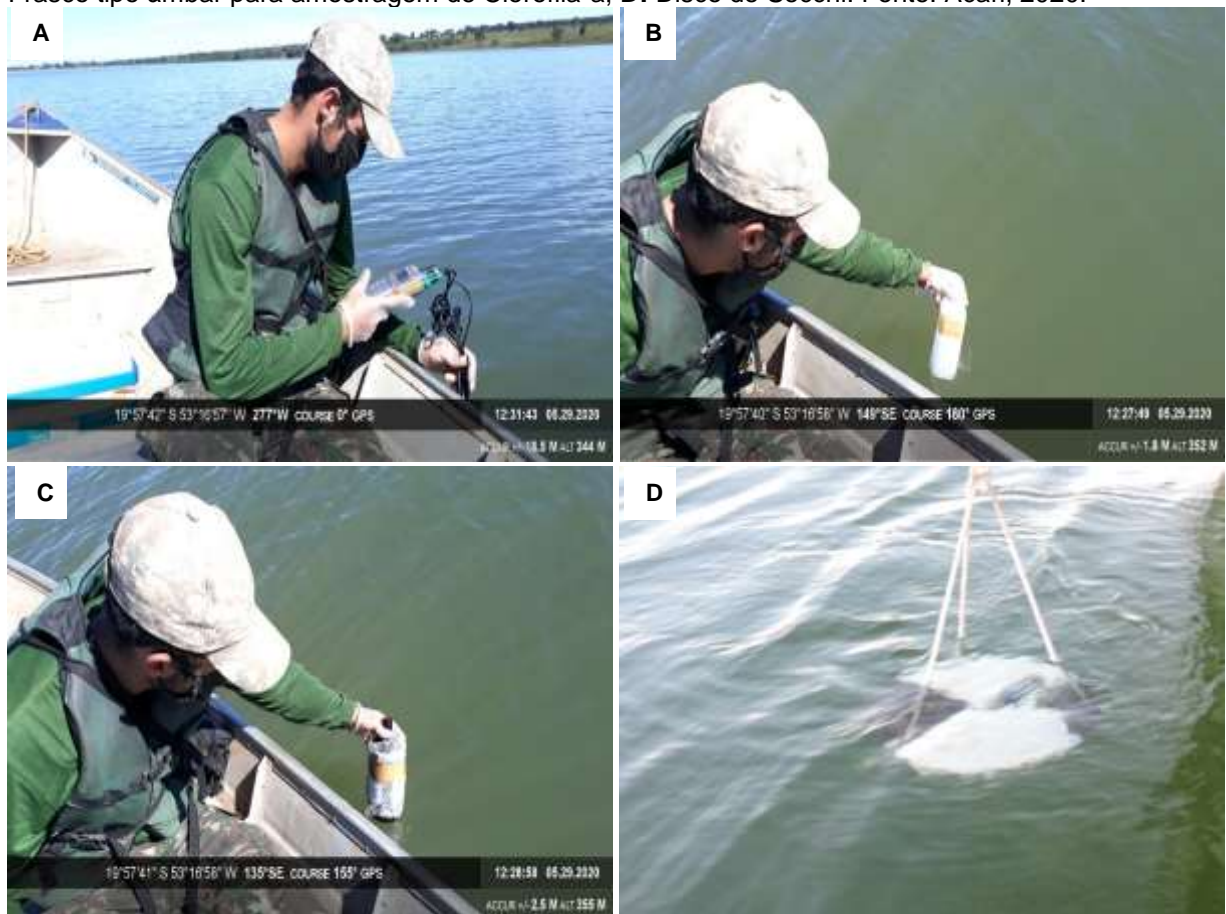


### 5.1.2. Resultados

Nas campanhas realizadas nos meses de março e maio de 2020 a qualidade dos corpos hídricos monitorados, quanto aos parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos analisados, apresentaram-se em conformidade com o estabelecido pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 para águas doces de classe 2.

O IET atestou a classe “Ultraoligotrófico” e o IQA obteve a classificação “Ótimo” para os três pontos de monitoramento.

**Figura 1** - Procedimentos de amostragem utilizados para análise da qualidade da água do rio Verde na PCH Verde 4. **A:** Sonda multiparâmetro; **B:** Frasco de polietileno para análises físico-químicas; **C:** Frasco tipo âmbar para amostragem de Clorofila-a; **D:** Disco de Secchi. Fonte: Acari, 2020.



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

### 5.2.1. Objetivos

Prover um prognóstico de conhecimento e monitoramento das alterações passíveis de ocorrer nas águas subterrâneas em virtude da elevação da cota de inundação do rio e da operação das usinas.

Mapear os benefícios provenientes da elevação do nível piezométrico para os poços de captação e propor medidas de otimização.

### 5.2.2. Resultados

Na campanha de maio de 2020 os parâmetros analisados nos poços de monitoramento atenderam aos valores máximos estabelecidos pelas legislações, considerando os limites para proteção das águas subterrâneas descritos nas Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009.

**Figura 2** – Procedimentos de medição do nível d'água e de coleta de água dos poços de monitoramento. Fonte: Acari, 2020.



### **5.3. Programa de Monitoramento de Comunidade Aquática: abrangendo os grupos Zooplâncton, Fitoplâncton, Bentos, Perifíton, Ictiofauna e Macrófitas**

#### **5.3.1. Objetivos**

- Fazer o levantamento das espécies presentes no período da campanha;
- Calcular os principais atributos das comunidades aquáticas dos pontos monitorados, tais quais abundância total e relativa, riqueza total e relativa, índice de diversidade de Shannon e equidade;
- Apresentar espécies ou grupos bioindicadores e discutir os fatores ambientais relacionados;
- Monitoramento dos possíveis impactos, visando o desenvolvimento e aplicação de estratégias que permitam o estabelecimento do equilíbrio do sistema, impedindo a proliferação descontrolada de espécies que possam colocar em risco a integridade dos reservatórios e o uso múltiplo dos recursos hídricos;
- Apresentar comparação da campanha com o histórico de monitoramento.

#### **5.3.2. Resultados**

Na campanha de abril de 2020 a comunidade fitoplanctônica configurou-se oligotrófico, em razão das baixas abundâncias em todo o eixo longitudinal do empreendimento. A concentração do biovolume de cianobactérias encontrou-se abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/20, permitindo o enquadramento na classe I, seguindo a primeira legislação. As espécies de cianobactéria encontradas apresentaram baixos valores de densidade absoluta, não sendo considerado impacto ou alteração ambiental.

A comunidade zooplanctônica em abril de 2020 apresentou baixa densidade geral, indicando ambientes oligotróficos a mesotróficos, com altos valores da proporção entre Calanoida/Cyclopoida próximas à ideal na área limnética do reservatório e à

jusante do empreendimento, que são bons indicadores iniciais sobre a qualidade ambiental.

Na campanha de abril de 2020 as matrizes perifíticas encontradas nos pontos amostrados mostraram-se simplificadas em razão da baixa densidade de organismos e riqueza de espécies. Também evidenciam isso a baixa proporção de organismos metazoários, associados ao perifiton, e a pequena espessura dos filmes que cobriam o substrato coletado e raspado. Apesar da baixa densidade, a produtividade do perifiton não deve ser subestimada, uma vez que a superfície total coberta pelas matrizes perifíticas de todos os troncos e galhos submersos ao longo do trecho alagado podem compor, no seu total, uma comunidade de alta produtividade.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos na campanha de abril de 2020 apresentou valores de riqueza, densidade, diversidade, equidade e índice de bioindicação ASPT intermediários a altos em comparação às campanhas anteriores, indicando continuidade nas condições ambientais da bacia.

Durante a campanha de abril de 2020 a comunidade de macrófitas aquáticas apresentou um total de 67 espécies. Até o momento não foram registrados baceiros e bancos de macrófitas no reservatório.

A ictiofauna na campanha de fevereiro de 2020 apresentou riqueza de espécies, abundância e índices de equidade de Pielou e de diversidade de Shannon intermediários em relação às campanhas anteriores, enquanto que o sucesso de captura por redes de espera foi alto em comparação às demais campanhas. Até o momento foram registradas diretamente 37 espécies de peixes no monitoramento da PCH Verde 4, e é provável que mais espécies sejam registradas na área, a julgar pela diversidade registrada em outros estudos na sub-bacia do rio Verde. Tratam-se de espécies com ampla distribuição pela bacia do Alto Rio Paraná, sem ocorrência de espécies endêmicas ou ameaçadas.



**Figura 3 – A:** Amostragem qualitativa de fitoplâncton e zooplâncton na campanha de abril de 2020; **B:** *Bosminiopsis deitersi* (Cladocera) registrado a montante; **C:** Larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera), **D:** *Prochilodus lineatus* (curimatá), registrado e libertado na campanha de fevereiro de 2020. Fonte: Fibracon, 2020.



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

##### 5.4.1. Objetivos

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.

#### 5.4.2. Resultados

Durante a campanha de fevereiro de 2020 foram registrados 182 indivíduos, distribuídos em duas ordens, nove famílias, 16 gêneros e 28 espécies da herpetofauna, sendo 23 anfíbios e cinco répteis. Destas espécies, 08 anfíbios e 02 répteis são endêmicos do Bioma Cerrado. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas atuais. Na campanha anterior foram verificados os menores valores de riqueza e diversidade, enquanto a atual apresentou os maiores valores desde o início do monitoramento.

**Figura 4** – Espécie endêmica – Perereca (*Dendropsophus elianeae*) (à esquerda), e espécie com preferência por habitats florestados – Jararaca-caiçara (*Bothrops moojeni*) (à direita), registradas na campanha de fevereiro de 2020. Fonte: Fibracon, 2020.



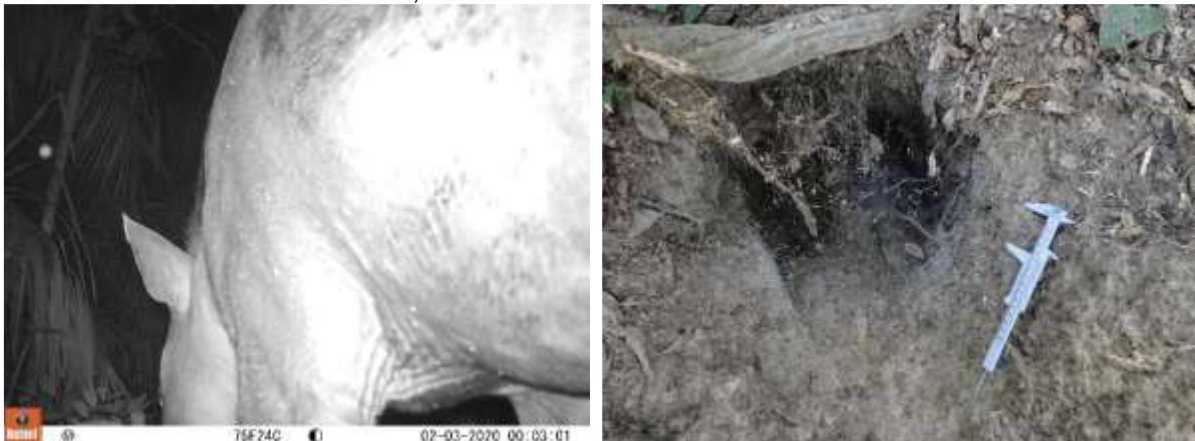
Para a avifauna, na campanha de fevereiro de 2020 foram registradas 106 espécies, distribuídas em 22 ordens e 41 famílias. Destas espécies, 04 são endêmicas do Bioma Cerrado. Uma espécie registrada está listada como em perigo de extinção (EN) de acordo com ambas as listas (IUCN, 2019 e ICMBio, 2018), a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*). Além disso, uma espécie está como vulnerável (VU) e outras duas como quase ameaçadas (NT). As endêmicas registradas nesta campanha somam 04 espécies.

**Figura 5** – Espécie vulnerável - Águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) (A), e espécie com baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos – Anu-branco (*Guira guira*) (B), registradas na campanha de fevereiro de 2020. Fonte: Fibracon, 2020.



Com relação aos mamíferos não-voadores, foram registrados 50 indivíduos pertencentes a 19 espécies distribuídas em 08 ordens e 15 famílias. Destas espécies, 04 encontram-se listadas como vulnerável (VU) nas listas atuais de espécies ameaçadas. Não foram registradas espécies endêmicas da mastofauna na atual campanha.

**Figura 6** – Registro por câmera trap do mamífero mais abundante - Anta (*Tapirus terrestris*) (A), e vestígio de espécie vulnerável - Tatu-canastra (*Priodontes maximus*) (B), registrados na campanha de fevereiro de 2020. Fonte: Fibracon, 2020.





## 5.5. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)

### 5.5.1. Objetivos

Realizar vistorias técnicas às áreas desmobilizadas dos canteiros de obras civis para avaliação do desenvolvimento do PRADE executado nestas áreas no ano de 2019.

### 5.5.2. Resultados

De acordo com as vistorias realizadas em janeiro e junho de 2020 foi constatado o crescimento de plantas observadas em outubro de 2019 e a germinação de gramíneas proveniente do banco de sementes, existente ou semeada. No entanto são recomendadas ações pontuais de replantio dos taludes e outras áreas suscetíveis a erosão, além do plantio de grama na área da margem esquerda de acesso provisório à jusante.

**Figura 7** – Imagens aéreas das áreas do antigo escritório e de vivência já desmobilizadas. Janeiro e junho de 2020.



## 5.6. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO

### 5.6.1. Objetivos

#### Processos Erosivos

- Avaliar as condições de estabilidade das margens nas fases que antecederam o enchimento, no enchimento do reservatório e pós enchimento, em face a implantação e operação da PCH Verde 4;
- Identificar e monitorar as áreas de risco de ocorrência de escorregamentos visando detectar locais com formação de sulcos ou fraturas no solo;
- Desenvolver um sistema de monitoramento da estabilidade das encostas ao longo das áreas envolvidas com o empreendimento, durante sua implantação e início de operação, e;
- Executar medidas preventivas e/ou corretivas nos locais propensos à instabilização de encostas.

#### Hidrossedimentológico

- Ampliar e aprofundar o conhecimento dos processos de hidrossedimentologia na área de influência direta e indireta do empreendimento;
- Conhecer a dinâmica do processo de afluência dos sedimentos e sua deposição na área de represamento;
- Avaliar alterações a montante e a jusante do trecho represado;
- Monitorar o volume de sedimentos depositado.

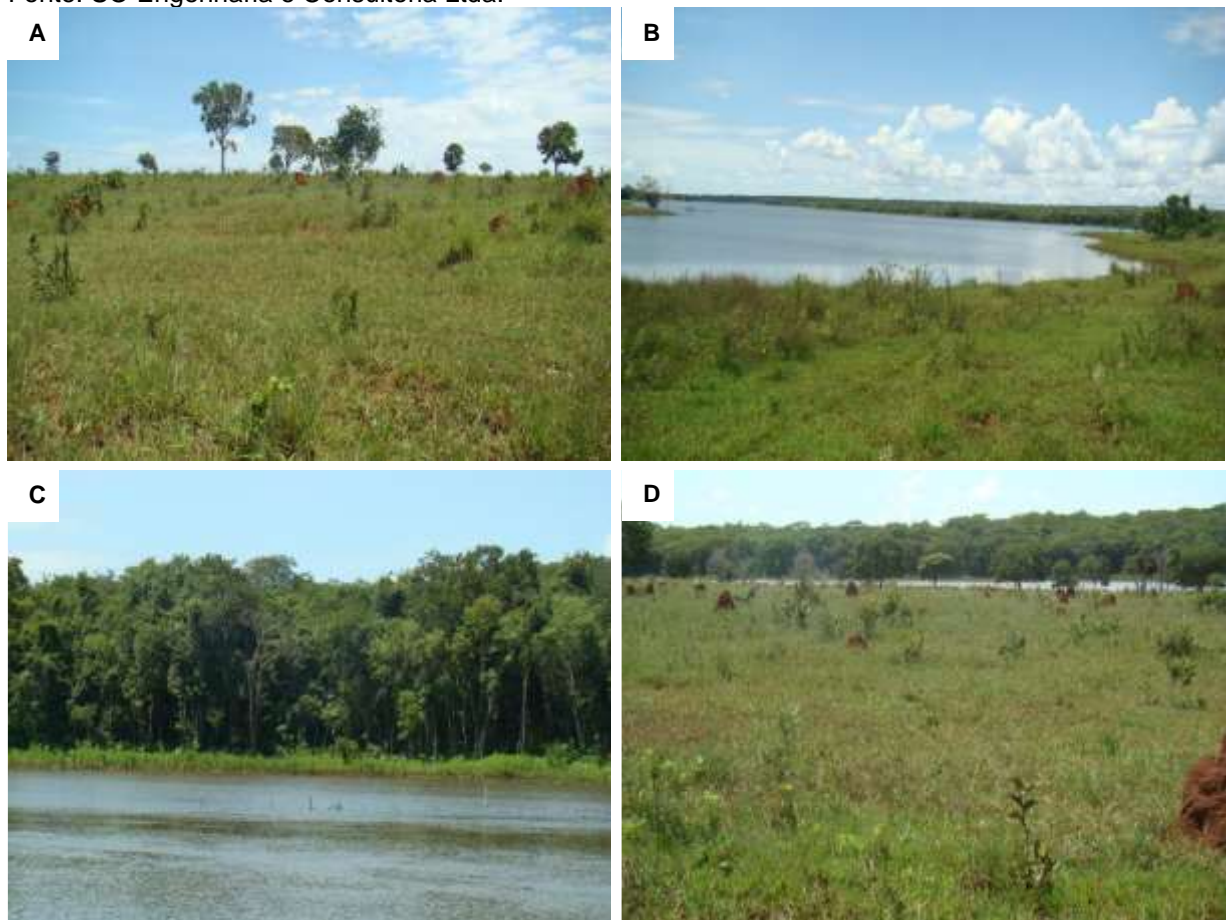
## 5.6.2. Resultados

### Processos Erosivos

Na campanha de fevereiro de 2020 foi novamente evidenciado que após a formação do reservatório os processos erosivos existentes nos pontos PE1, PE2 e PE4 ficaram totalmente submersos e apresentam as suas áreas adjacentes bem estabilizadas.

Os outros dois locais, onde os processos erosivos permanecem parcialmente fora da área alagada, com a voçoroca do PE3 e o ravinamento do PE5, estudos continuam em curso e os seus resultados deverão apontar as ações definitivas visando a solução destes problemas, os quais já existiam bem antes do início da implantação da PCH Verde 4, causados principalmente devido à falta de manejo e uso adequado do solo naquelas áreas, utilizadas para pastagens de bovinos.

**Figura 8 – A:** Vista parcial da MD na AM2 com área estabilizada; **B:** Vista geral da MD na AM3 bem estabilizada; **C:** Vista parcial da AM4 estabilizada; **D:** Vista geral da AM5 em recuperação natural. Fonte: SO Engenharia e Consultoria Ltda.



## Hidrossedimentológico

Após sua readequação no mês de dezembro de 2018 a estação de Verde 4 Jusante, mantiveram-se operantes e com registros bem robustos, porém durante os 3 primeiros meses de 2020 os dados não puderam ser utilizados por terem uma péssima congruência. Já em Verde 4 Barramento teve-se uma excelente aquisição de dados qualificados. A qualidade dos registros fluviométricos evidenciam 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 de 2018 não obtém uma boa correlação. Porém como não foram disponibilizados os totais mensais de todos os postos de apoio esse fato só será confirmado no próximo relatório.

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 empregadas.

**Figura 9** – Imagens obtidas nas campanhas hidrométricas realizadas no primeiro semestre de 2020. Fonte. Overtech, 2020.



## 6. PROTOCOLOS JUNTO AO IMASUL

A Tabela 2 apresenta o histórico dos protocolos realizados relativos ao 1º semestre de 2020. Os protocolos constam no Anexo 02 deste relatório.

**Tabela 2** – Protocolos da PCH Verde 4 relativos ao 1º semestre de 2020.

Protocolo N°	Data de Protocolo	Assunto
71 / 451021 / 2020	28/01/2020	<b>BER 62/2020:</b> Encaminhamento do Relatório Anual de Fauna Terrestre e Ictiofauna da PCH Verde 4.
71 / 454419 / 2020	20/05/2020	<b>BER 770/2020:</b> Relatório Anual de Atividades do Centro de Reprodução Induzida e Transposição de Espécies Reofílicas das PCHs Verde 4 e Verde 4A do ano de 2019.
71 / 454421 / 2020	20/05/2020	<b>BER 771/2020:</b> Relatório do Subprograma de Ictioplâncton da PCH Verde 4, referente ao período reprodutivo de 2019/2020.
71 / 455606 / 2020	22/06/2020	<b>BER 862/2020:</b> Encaminhamento do relatório dos Programas Ambientais do 2º semestre de 2019 e relatório Anual 2019 de Atividades do PACUERA da PCH Verde 4.
71 / 458807 / 2020	02/09/2020	<b>BER 1145/2020:</b> Comunicado novo coronavírus (COVID19).

## 7. ANEXOS

ANEXO 01 – ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANEXO 02 – PROTOCOLOS RELATIVOS AO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2020

**ANEXO 2**

**PROGRAMA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**





# PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

## PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A.

Água Clara - MS

Setembro de 2020



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

<b>1.</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR</b> .....	3
<b>2.</b>	<b>MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS</b> .....	4
2.1.	APRESENTAÇÃO .....	4
2.2.	INTRODUÇÃO.....	4
2.3.	METODOLOGIA .....	4
<b>2.3.1.</b>	<b>Localização dos pontos de amostragem</b> .....	4
2.4.	PROCEDIMENTOS DE COLETA, PRESERVAÇÃO E ANÁLISE .....	6
<b>2.4.1.</b>	<b>Coleta para análises dos parâmetros físico-químicos</b> .....	6
<b>2.4.2.</b>	<b>Coleta para análises dos parâmetros bacteriológicos e biológicos</b> .....	7
<b>2.4.3.</b>	<b>Índices de Qualidade da Água</b> .....	9
2.4.3.1.	Índice de Estado Trófico (IET) .....	9
2.4.3.2.	Índice de Qualidade das Águas (IQA) .....	10
2.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
<b>2.5.1.</b>	<b>Vazões Defluentes</b> .....	12
<b>2.5.2.</b>	<b>Análises Físico-químicas</b> .....	15
<b>2.5.3.</b>	<b>Análises Bacteriológicas e Biológicas</b> .....	37
<b>2.5.4.</b>	<b>Índices de Qualidade da Água</b> .....	42
2.5.4.1.	Índice de Estado Trófico (IET) .....	42
2.5.4.2.	Índice de Qualidade das Águas (IQA) .....	43
2.6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
2.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
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 do monitoramento da qualidade das águas superficiais realizado nos meses de março e maio de 2020, assim como os dados anteriores provenientes de novembro e dezembro de 2018, março, junho e outubro de 2019 (correspondentes ao 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 mensal, 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

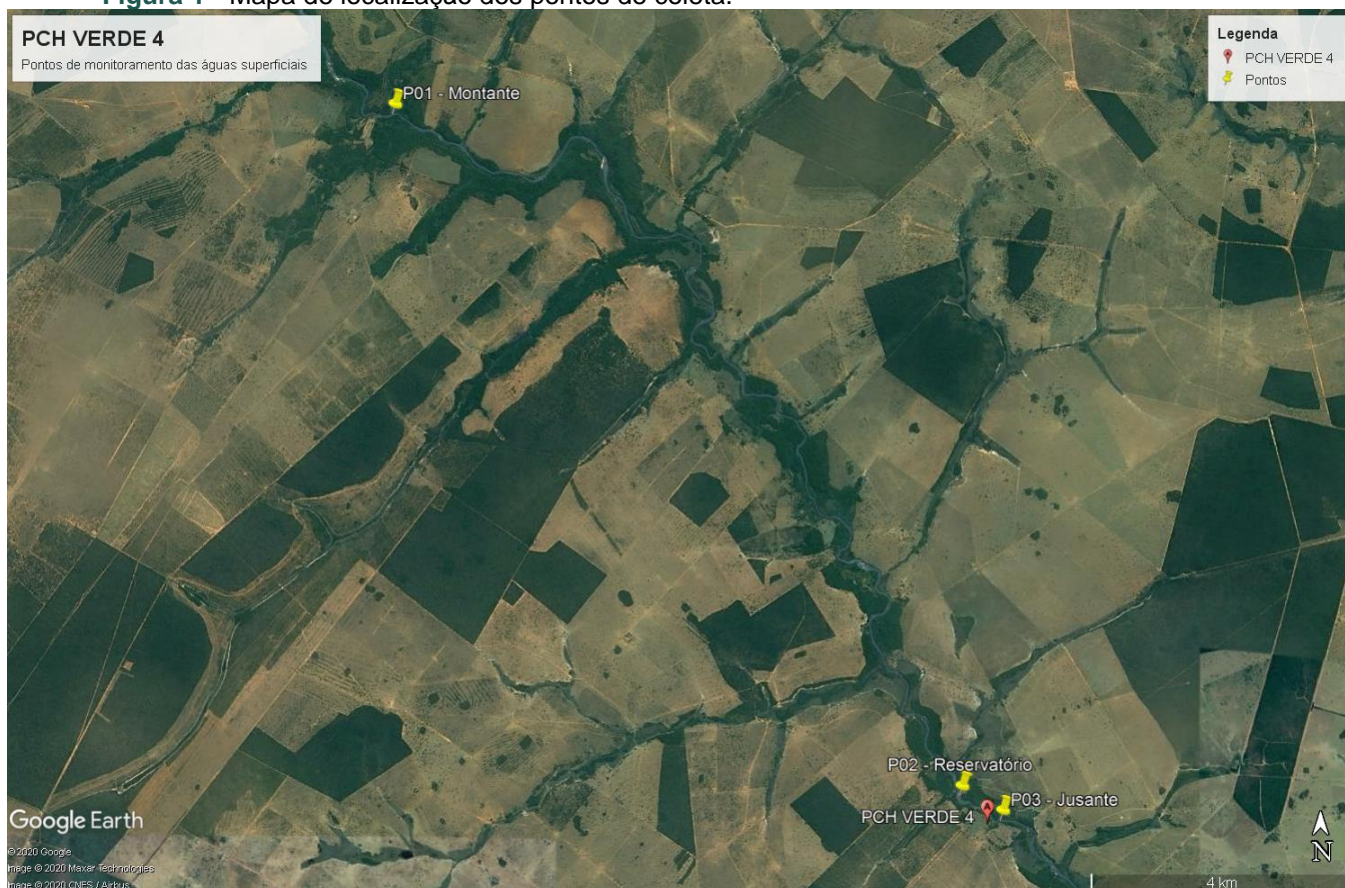
As amostras foram coletadas em três pontos preestabelecidos pela contratante. A Tabela 1 descreve as coordenadas geográficas e identificação dos pontos de amostragem, a Figura 1 apresenta o mapa de localização desses pontos e a Figura 2 ilustra os mesmos.



Tabela 1 - Identificação e Coordenadas dos pontos de coleta.

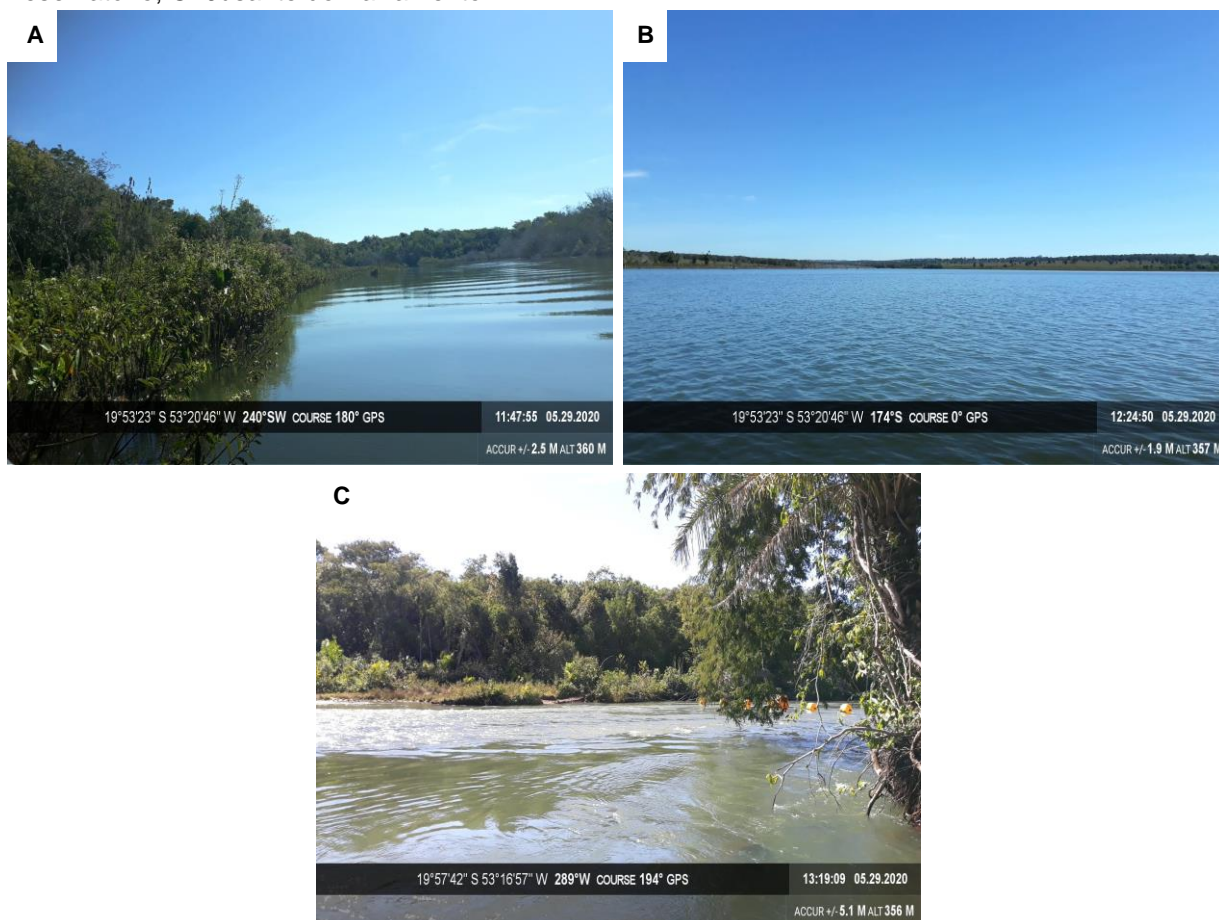
Pontos de Coleta	Identificação	Coordenadas Geográficas
P01	Rio Verde, a montante do reservatório	19°52'59.15"S / 53°21'30.22"O
P02	Rio Verde, área central do reservatório	19°58'34.84"S / 53°16'33.00"O
P03	Rio Verde, a jusante do reservatório	19°58'46.72"S / 53°16'11.82"O

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.



## 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.

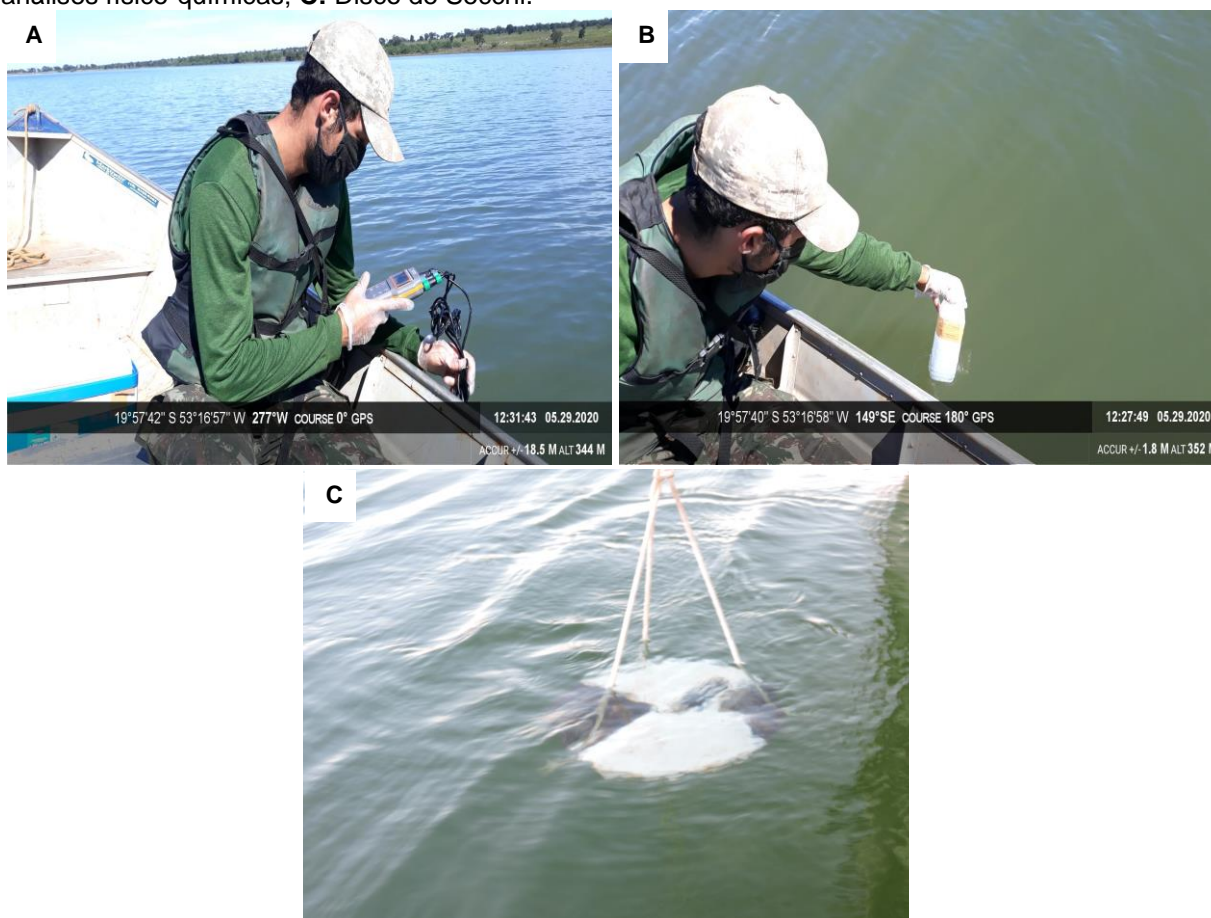
### 2.4.1. Coleta para análises dos parâmetros físico-químicos

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 3** - Procedimentos de amostragem. **A:** Sonda multiparâmetro; **B:** Frasco de polietileno para análises físico-químicas; **C:** Disco de Secchi.



## 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 4).

**Figura 4** - Procedimento de amostragem dos parâmetros bacteriológicos.



#### 2.4.2.2. Clorofila- a

Para as coletas das amostras de água para análise de clorofila-*a* foram utilizados frascos tipo âmbar com volume de 1L (Figura 5) e reagente carbonato de magnésio 1% para preservação.

**Figura 5** - Procedimento de amostragem de Clorofila-*a*.



## 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).

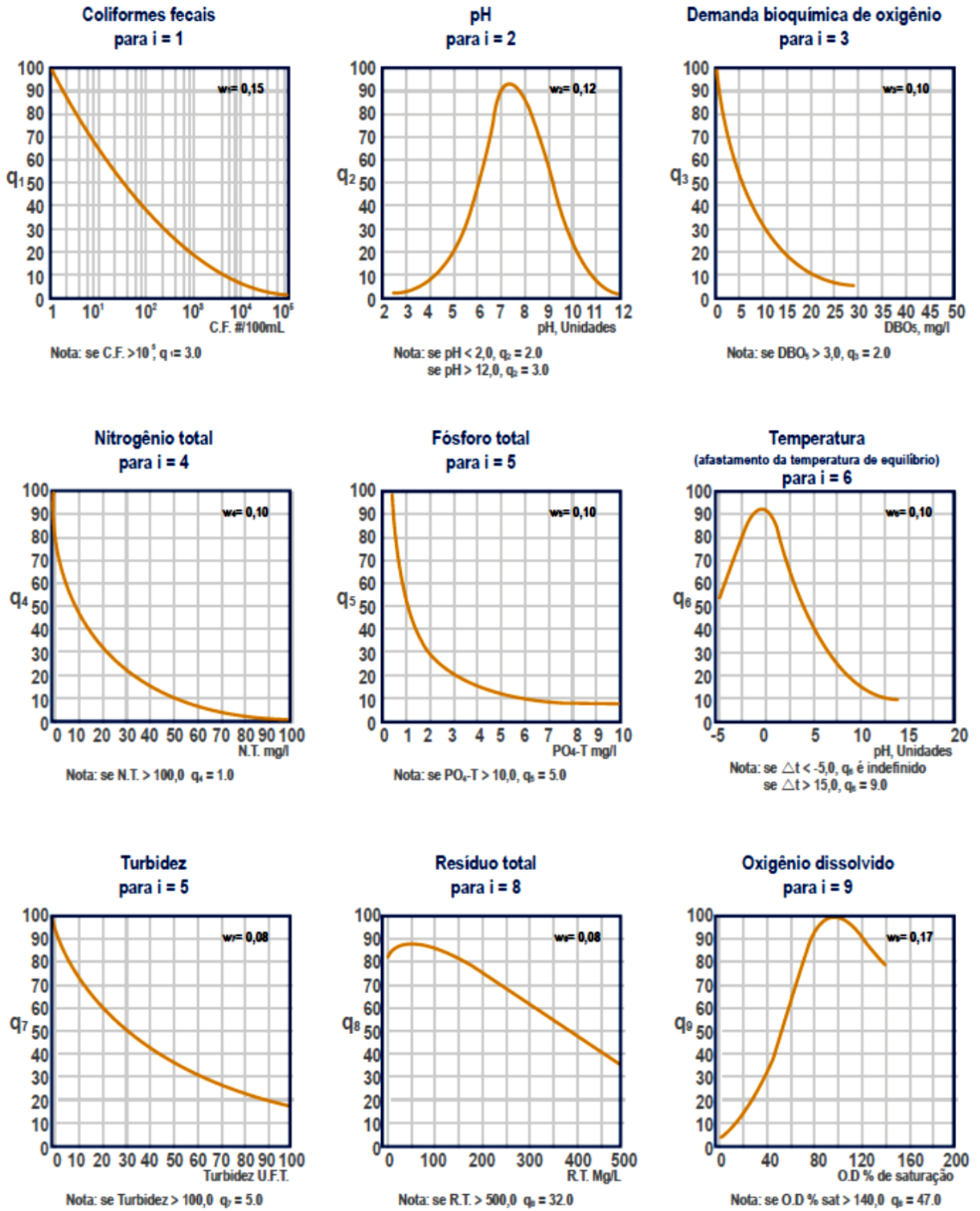
Para determinar o IQA foram considerados relevantes para avaliar a qualidade das águas nove parâmetros, são eles: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fosfato total, resíduo total e turbidez.

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 6 os pesos são identificados pela letra w.

Figura 6 - 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

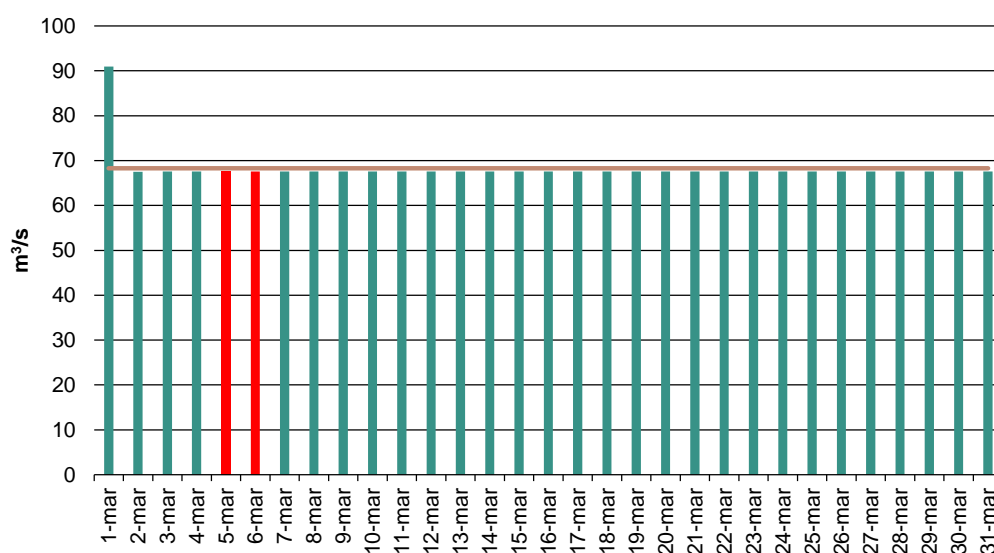
A variação na qualidade de água depende do regime hidrológico do rio, principalmente da variabilidade do deflúvio. A turbidez, o fósforo total e os sólidos

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).

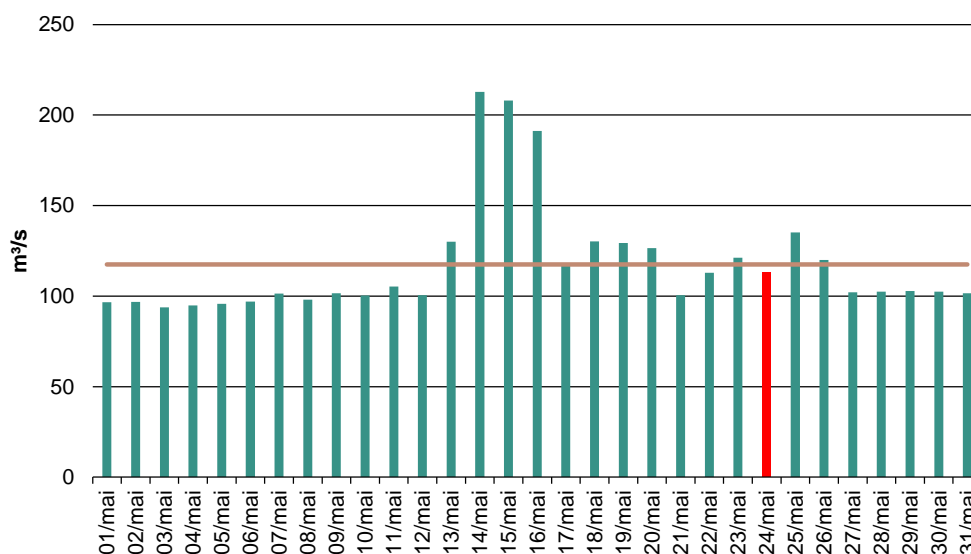
No mês de março a maior média diária foi registrada no dia 01/03 com 90,96 m<sup>3</sup>/s. No período da coleta de água (05 e 06/03) a média da vazão defluente foi de 67,57 m<sup>3</sup>/s, 1,1% menor que a média mensal de 68,32 m<sup>3</sup>/s (Figura 7).

**Figura 7** - Vazões defluentes, médias diárias no mês de março/2020. Em vermelho o período da coleta de água e em marrom a média mensal.



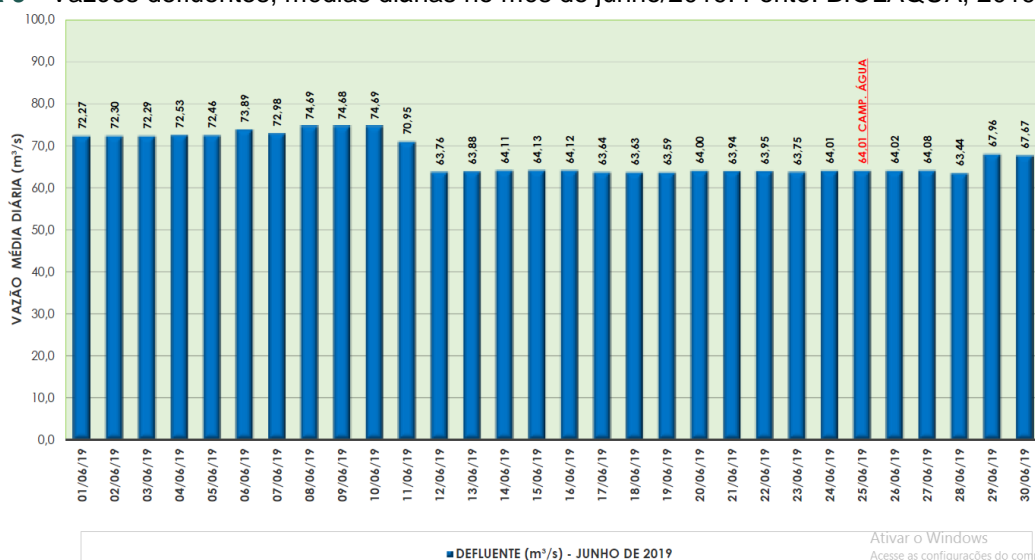
No mês de maio a maior média diária foi registrada no dia 26/05 com 74,06 m<sup>3</sup>/s. No período da coleta de água (24/05) a média da vazão defluente foi de 67,42 m<sup>3</sup>/s, 4,6% maior que a média mensal de 64,47 m<sup>3</sup>/s (Figura 8).

**Figura 8 -** Vazões defluentes, médias diárias no mês de maio/2020. Em vermelho o período da coleta de água e em marrom a média mensal.



Tais resultados mostraram-se semelhantes as médias das campanhas de 2019, cujos valores variaram de 52,27 m³/s em outubro a 74,69 m³/s em junho. Os resultados anteriores das vazões defluentes podem ser observados nas Figuras 9 e 10.

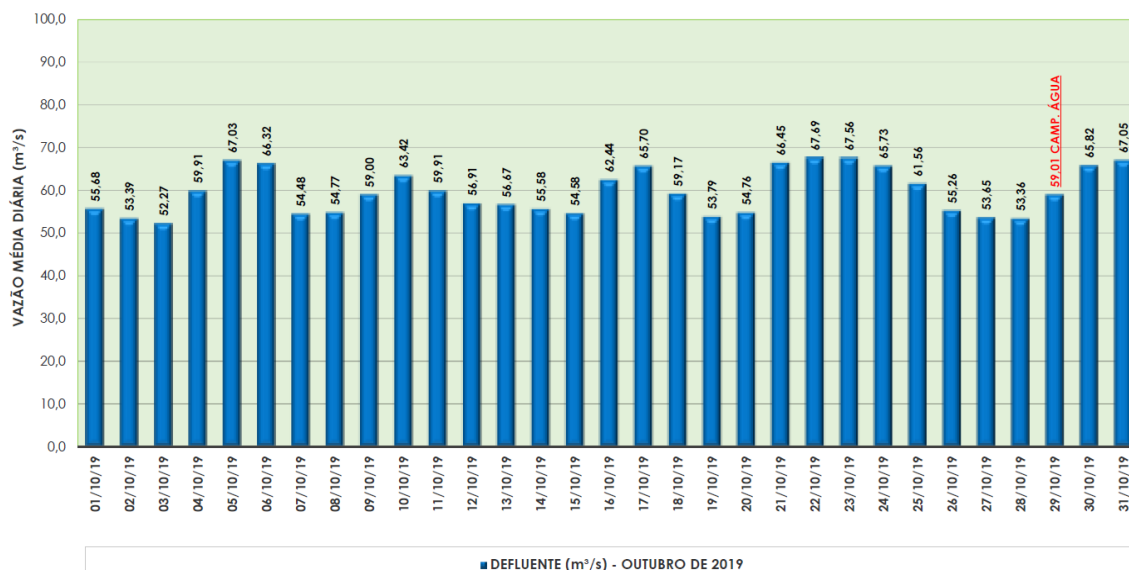
**Figura 9 -** Vazões defluentes, médias diárias no mês de junho/2019. Fonte: BIOLAQUA, 2019.



Ativar o Windows  
Acesse as configurações do compu



Figura 10 - Vazões defluentes, médias diárias no mês de outubro/2019. Fonte: BIOLAQUA, 2019.



### 2.5.2. Análises físico-químicas

As análises das amostras foram realizadas nos laboratórios Biolaqua Ambiental (campanha de março de 2020) e Acari Sustentabilidade – Acari Ambiental Eireli EPP (campanha de maio de 2020) 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*.

Para dados de comparação serão abordados os valores das análises referentes às campanhas de 2018 e 2019, do período pós-enchimento do reservatório.

A Tabela 4 contém as informações elencadas em campo para os pontos de coleta nas campanhas realizadas nos meses de março e maio de 2020.

**Tabela 4** - Dados de campo das campanhas realizadas nos meses de março e maio de 2020.

Ponto de Coleta	P01	P02	P03
<b>Março/2020</b>			
Data da coleta	06.03.2020	05.03.2020	05.03.2020
Hora da coleta	11:08	10:20	09:45
Temperatura do ar (°C)	29,4	29,5	30,5
Temperatura da amostra (°C)	27,6	30,9	27,9
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade Secchi (m)	0,50	0,80	0,40
Zona Eufótica (m)	1,50	2,40	1,20
<b>Mai/2020</b>			
Data da coleta	29.05.2020	29.05.2020	29.05.2020
Hora da coleta	11:50	12:30	13:20
Temperatura do ar (°C)	25,9	22,9	25,5
Temperatura da amostra (°C)	21,3	23,9	21,9
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade Secchi (m)	0,85	1,05	0,80
Zona Eufótica (m)	2,55	3,15	2,40

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados das análises físico-químicas obtidos nas campanhas de março e maio de 2020. Os resultados expressos em vermelho competem aos parâmetros que apresentaram inconformidades à legislação vigente.

**Tabela 5** - Resultados das análises Físico-químicas – Março/2020.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA-MS 36/12	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	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	75,0
DBO <sub>5,20°C</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	1,5	<1,5	<1,5	<1,5	5,0	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	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	0,15	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.	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	≥ 5,0
pH	---	0,1	6,26	6,72	6,22	6,0 a 9,0	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	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	250,0
Turbidez	UNT	0,3	15,1	14,6	18,5	100,0	100,0

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 6 - Resultados das análises Físico-químicas – Maio/2020.**

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	7,0	6,0	250,0	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	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	0,03	0,05	0,08	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	<0,10	<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	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.	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	≥ 5,0
pH	---	0,1	8,05	7,73	7,91	6,0 a 9,0	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	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	250,0
Turbidez	UNT	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	100,0	100,0

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.

As Tabelas 7 a 11 apresentam os resultados das análises físico-químicas obtidos nas campanhas de novembro e dezembro de 2018, março, junho e outubro de 2019. Os resultados referem-se as campanhas realizadas no período pós-enchimento (BIOLAQUA, 2018; 2019).

**Tabela 7** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas 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

**Tabela 8** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas 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

**Tabela 9** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas 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

**Tabela 10** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas 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

**Tabela 11** - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas 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	0,30	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

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 CaCO<sub>3</sub>) têm pouca capacidade tamponante 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 classe II. Contudo os resultados obtidos em março e maio de 2020 variaram entre <5,0 e 13,3 mg/L (Tabela 5), valores considerados baixos, indicando que alterações de pH podem ocorrer naturalmente no corpo hídrico devido a sua reduzida capacidade tamponante.

Nos meses de amostragem pós-enchimento (2018 - 2019), a maior variação de alcalinidade ocorreu no P1 entre as campanhas de novembro de 2018 (8,4 mg/L) e dezembro de 2018 (13,7 mg/L) (Tabelas 7 a 11).

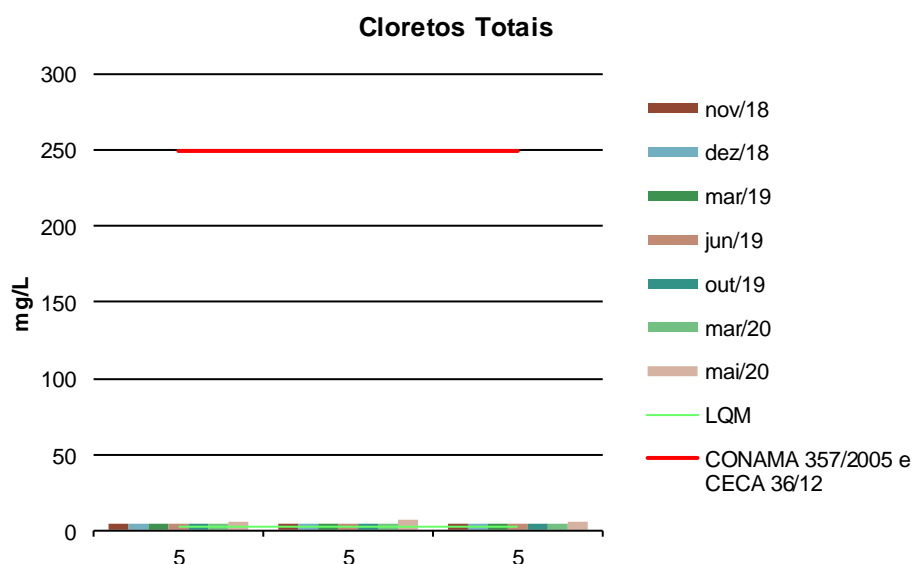
### 2.5.2.2. Cloretos Totais

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.

O limite máximo estabelecido de Cloretos pelo CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 para corpos d'água de classe 2 é de 250 mg/L. Os valores obtidos para esse

parâmetro nos meses de março e maio de 2020 variaram entre <math><5,0</math> e <math>7,0</math> mg/L, portanto, em conformidade com a legislação pertinente. O mesmo foi verificado para as campanhas de 2018 e 2019, cujos valores foram de <math><5,0</math> mg/L (Figura 11).

**Figura 11** - 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 2020.



### 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 <math>100</math>  $\mu\text{S}/\text{cm}</math> indicam ambientes impactados (CETESB, 2011).$

Os valores de condutividade variaram entre <math>22</math> e <math>24</math>  $\mu\text{S}/\text{cm}</math> nos pontos de amostragem durante as campanhas de março e maio de 2020.$

Já nas campanhas pós-enchimento os valores variaram de 22,6  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , em março de 2019, a 31,1  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , em outubro de 2019. A Resolução CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12 não estabelecem valores máximos permitidos para esse parâmetro.

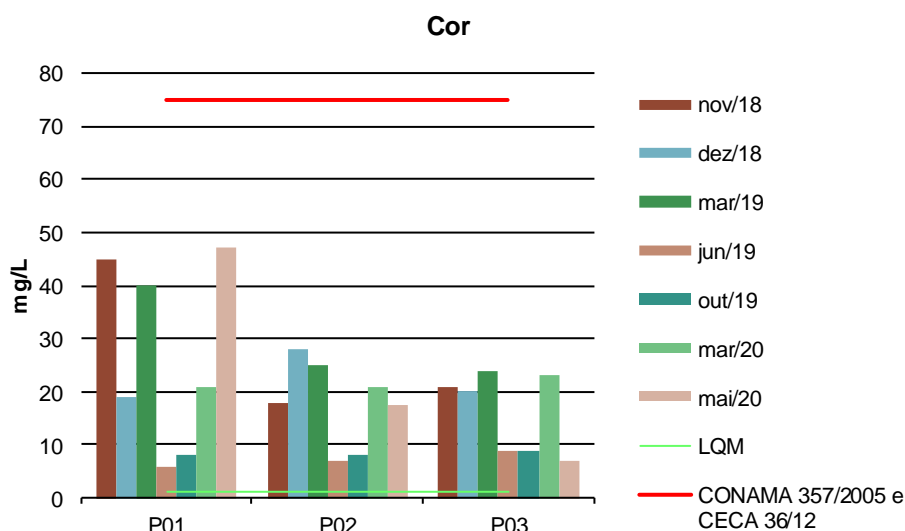
#### 2.5.2.4. Cor

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, 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.

O CONAMA 357/2005 e o CECA 36/12 estabelecem limite de  $\leq 75$  mg/L Pt para o parâmetro Cor. A Figura 12 mostra que os pontos monitorados apresentaram valores inferiores ao máximo permitido durante todas as campanhas realizadas após o período de enchimento, até o atual ano, cujo maior valor foi registrado em maio de 2020, com 47,2 mg/L Pt.

**Figura 9** - 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 2020.



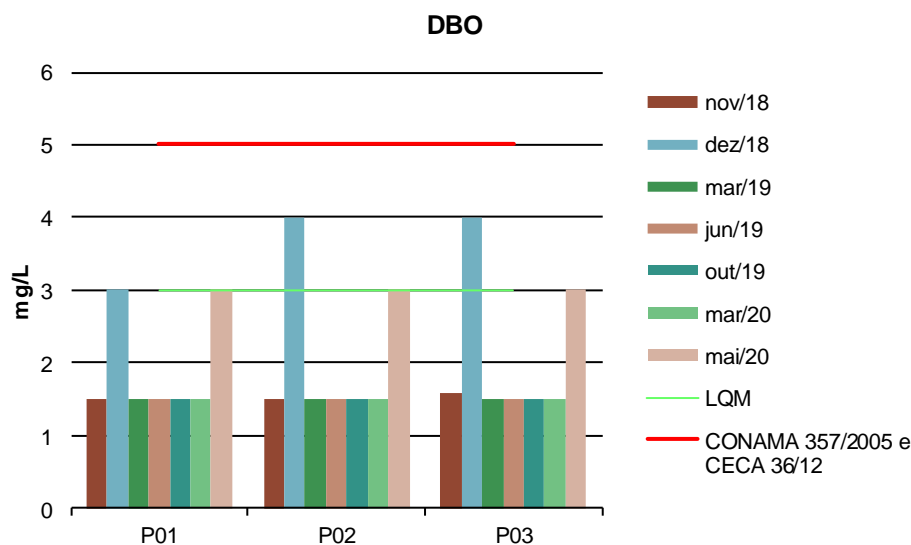
### 2.5.2.5. DBO

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.

Todos os pontos apresentaram valores de DBO menores que 4,0 mg/L, dessa forma, em conformidade com CONAMA 357/2005 e CECA 36/12 (Figura 13).



**Figura 10** - 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 2020.



#### 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. 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.

#### 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  $\text{CaCO}_3$ ).

Nos pontos amostrados os valores de dureza variaram entre <2,0 e 16 mg/L, portanto, a água do rio Verde pode ser classificada como água mole (Tabelas 5 a 11). A Resolução CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12 não estabelecem limite para esse parâmetro.

#### 2.5.2.8. Fósforo Total

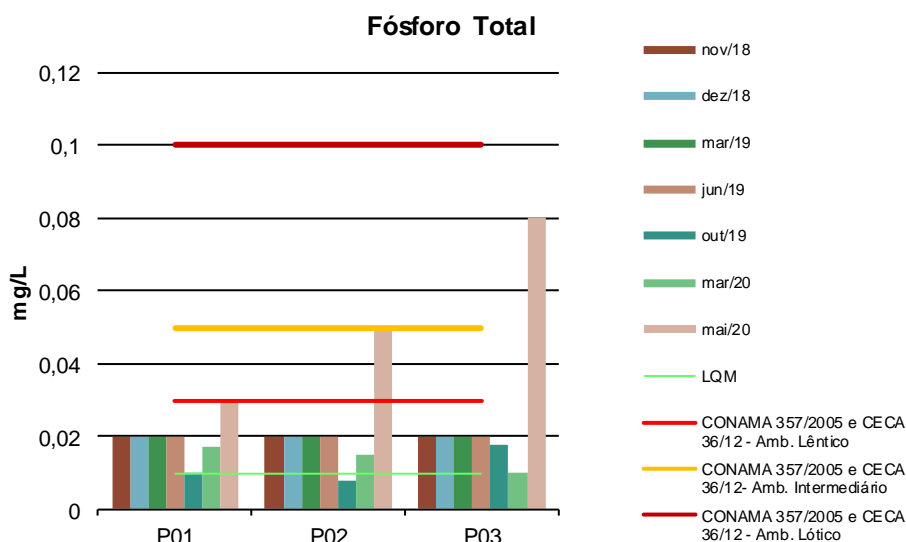
O fósforo está presente em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala doméstica constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os 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. Os resultados obtidos para esse parâmetro apresentaram-se em acordo com o determinado pelas legislações vigentes, com os maiores valores sendo observados no mês de maio de 2020 (Figura 14).

**Figura 11** - 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 2020.



### 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.

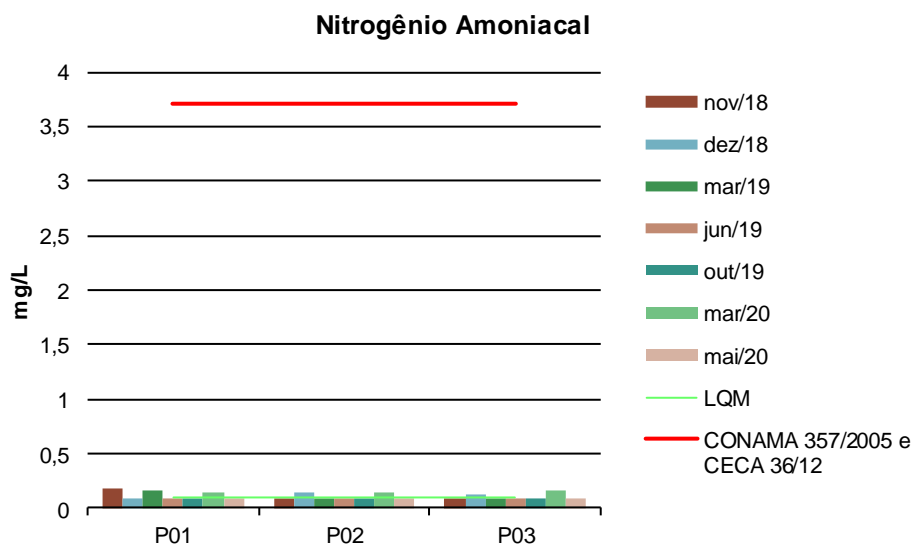
O nitrogênio pode ser encontrado nas águas sob as formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Quando uma análise demonstra predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo, caso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

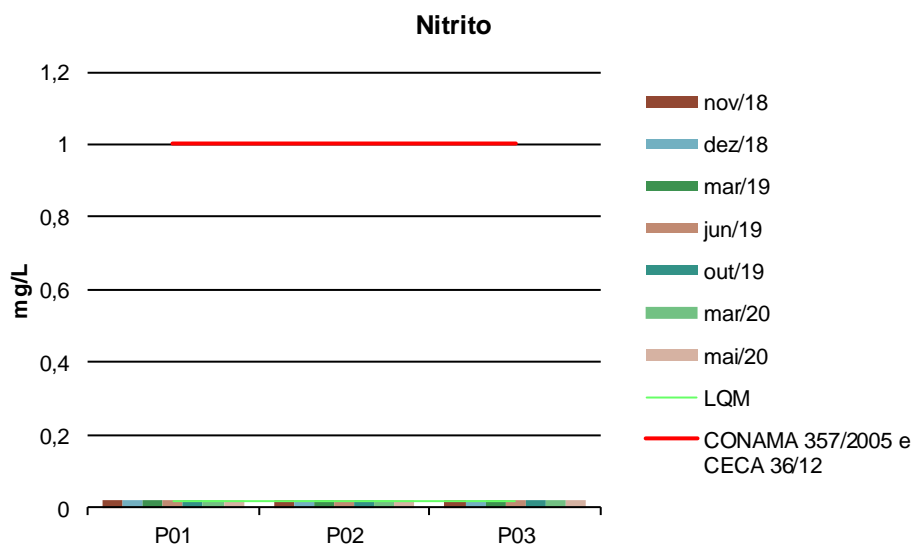
Segundo determinação das legislações vigentes (CONAMA 357/05 e CECA 36/12), os valores máximos permitidos (VMP) para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal, Nitrito e Nitrato são de 3,7 (para  $\text{pH} \leq 7,5$ ), 1,0 e 10 mg/L, respectivamente. Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Total e o Nitrogênio Kjeldahl não possuem valores máximos estabelecidos pelas legislações.

Os resultados de Nitrogênio Amoniacal nos meses de novembro e dezembro de 2018, março, junho e outubro de 2019, março e maio de 2020 apresentaram-se entre <0,10 e 0,17 mg/L e de Nitrito e Nitrato foram abaixo ou pouco superior ao do LQM (<0,02 e <0,40 mg/L, respectivamente), estando em acordo com os limites estabelecidos pelas legislações vigentes (Figuras 15 a 17).

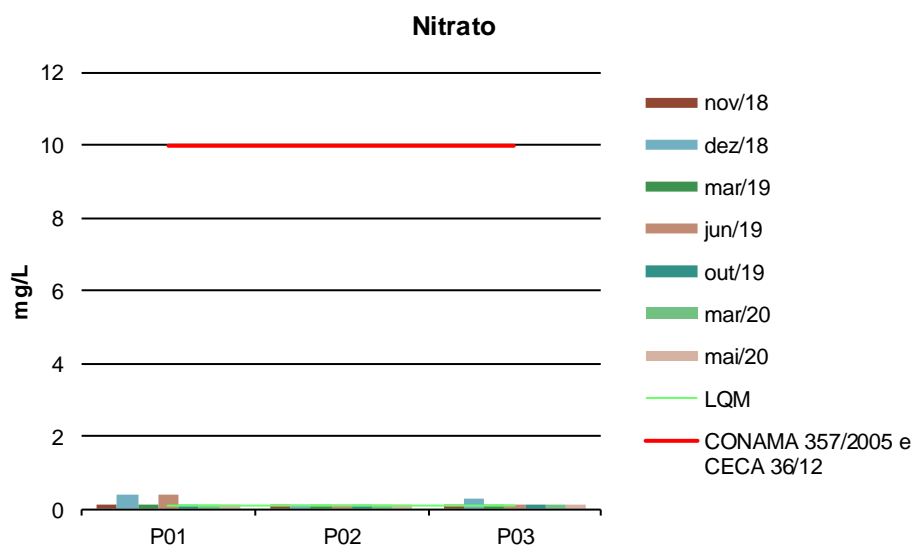
**Figura 12** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrogênio Amoniacal no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2020.



**Figura 13** - 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 2020.



**Figura 14** - 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 2020.



### 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.

Os resultados para Óleos e Graxas nos meses de março e maio de 2020 foram <10,0 e <2,0 mg/L, respectivamente (Tabelas 5 e 6). 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, critério observado e constatado nas amostragens de novembro de 2018 a maio de 2020.



### 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  $<0,02$  e  $<0,01$  mg/L nas campanhas de novembro de 2018 a maio de 2020 (Tabelas 5 a 11). 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).

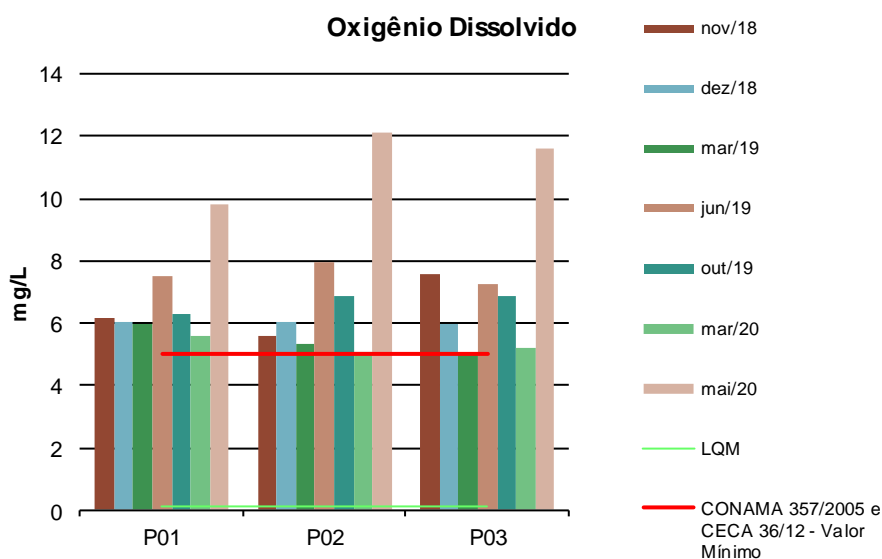
Ainda, segundo a CETESB (2008), águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da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

A quantidade de oxigênio dissolvido (OD) presente na água apresentou-se acima de  $\geq 5,0$  mg/L em todas as campanhas realizadas entre novembro de 2018 e maio de 2020, portanto, em acordo com as legislações em vigência (Figura 18).

**Figura 15** - 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 2020.



### 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.

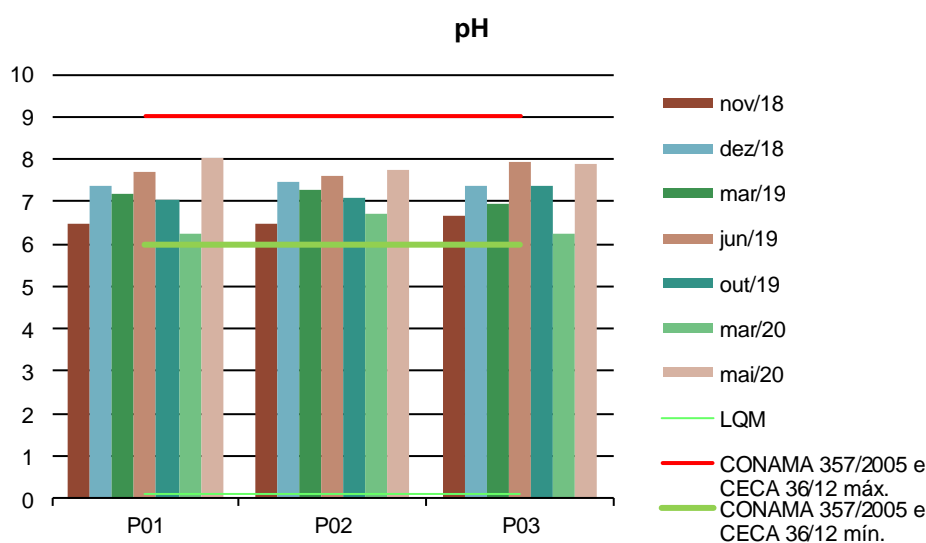
Segundo Von Sperling (2007), a influência do pH em corpos d'água varia conforme seus valores podendo ser interpretados da seguinte forma:

- 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).

Os resultados para pH encontraram-se dentro dos limites estipulados pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA 36/12, variando entre 6,22 na campanha de março de 2020 e 8,05 na campanha de maio de 2020 (Figura 19).

**Figura 16** - 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 2020.



#### 2.5.2.14. Série de Sólidos

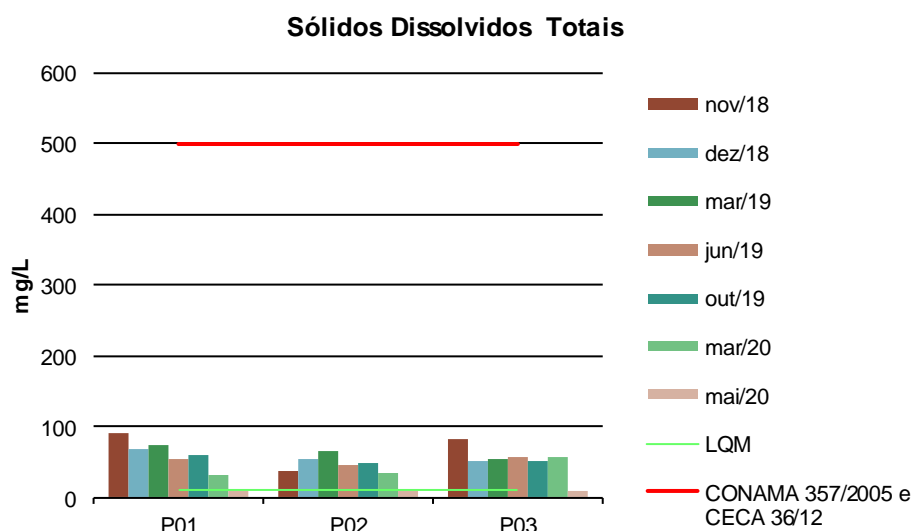
Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho e características químicas. Quanto ao tamanho, podem ser classificados em suspensos, colóides e dissolvidos. Quanto à caracterização 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.

Para os parâmetros Sólidos Suspensos, Totais e Sedimentáveis, o CONAMA 357/05 e o CECA 36/12 não estabelecem valores máximos permitidos. Quanto ao parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais, as legislações vigentes estabelecem um valor máximo de 500 mg/L. Todos os resultados se apresentaram em conformidade com o CONAMA 357/05 e o CECA 36/12, com os maiores valores observados na campanha de novembro de 2018, na qual apresentou valor máximo de 92 mg/L no ponto a montante (Figura 20).

**Figura 20** - 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 2020.

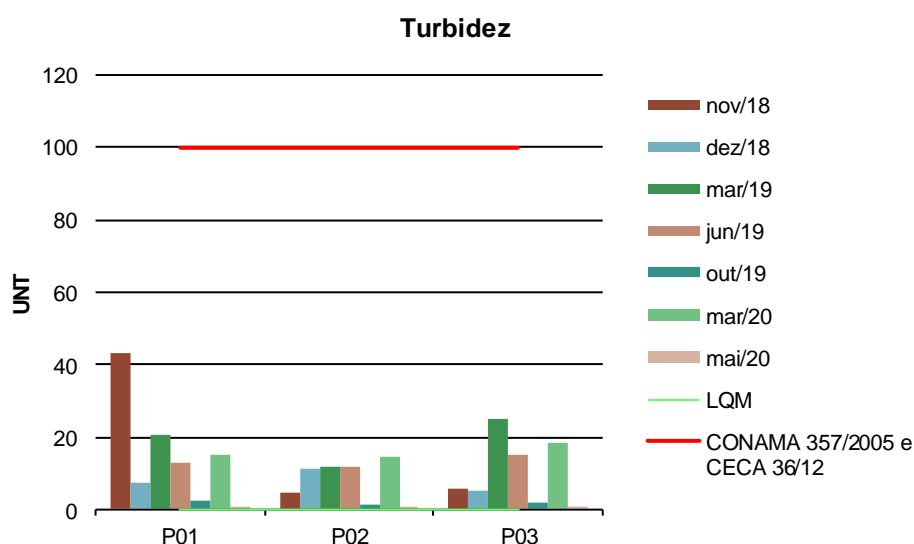


### 2.5.2.15. Turbidez

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 <0,1 e 43 UNT (Figura 21), com o maior valor para novembro de 2018 e os menores em maio de 2020, porém, todos valores estão em conformidade com os padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA 36/12 para águas doces de classe 2.

**Figura 17** - 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 2020.



### 2.5.3. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS E BIOLÓGICAS

#### 2.5.3.1. Coliformes Totais e Termotolerantes

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros bacteriológicos nos meses de novembro e dezembro de 2018, março, junho e outubro de 2019, e março e maio de 2020.

**Tabela 12** - Resultados das análises bacteriológicas. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2020.

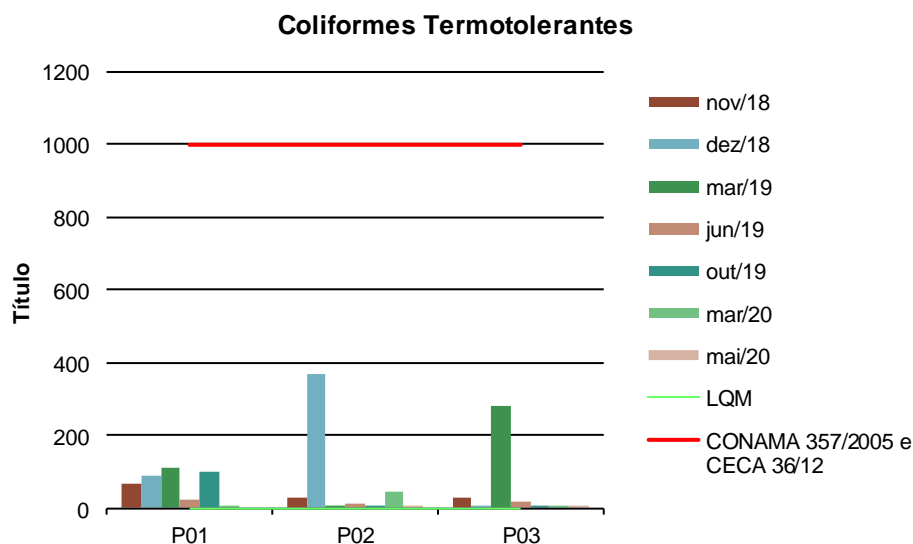
Parâmetro	Unidade	P01 Montante	P02 Barramento	P03 Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA 36/12
<b>Novembro/2018</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	6,6 x 10	2,9 x 10	3,1 x 10	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	1,7 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	---
<b>Dezembro/2018</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>Março/2019</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>Junho/2019</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>Outubro/2019</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>Março/2020</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	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	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	---
<b>Mai/2020</b>					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	Ausente	0,8 x 10 <sup>1</sup>	0,8 x 10 <sup>1</sup>	<b>1000</b>
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,0 x 10	5,8 x 10 <sup>1</sup>	6,5 x 10 <sup>1</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 (Figura 22), assim, estando em conformidade com a legislação em vigência, que determina como valor máximo de 1000 colônias para águas doces de classe 2.

**Figura 18** - 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 2020.



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

A Tabela 13 apresenta os resultados das campanhas de março e maio de 2020 para os parâmetros biológicos.

**Tabela 13** - Resultados das análises biológicas.

Parâmetros Biológicos	Unidade	P01 Montante	P02 Barramento	P03 Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
<b>Novembro/2018</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30
<b>Dezembro/2018</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30
<b>Março/2019</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30
<b>Junho/2019</b>					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30



Outubro/2019					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30
Março/2020					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30
Feofitina-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	---
Maio/2020					
Clorofila-a	µg/L	<0,001	0,062	<0,001	≤ 30
Feofitina-a	µg/L	226,93	<0,001	352,39	---
Cianobactérias	cel/mL	Ausente	Ausente	Ausente	50.000 cel/mL

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).

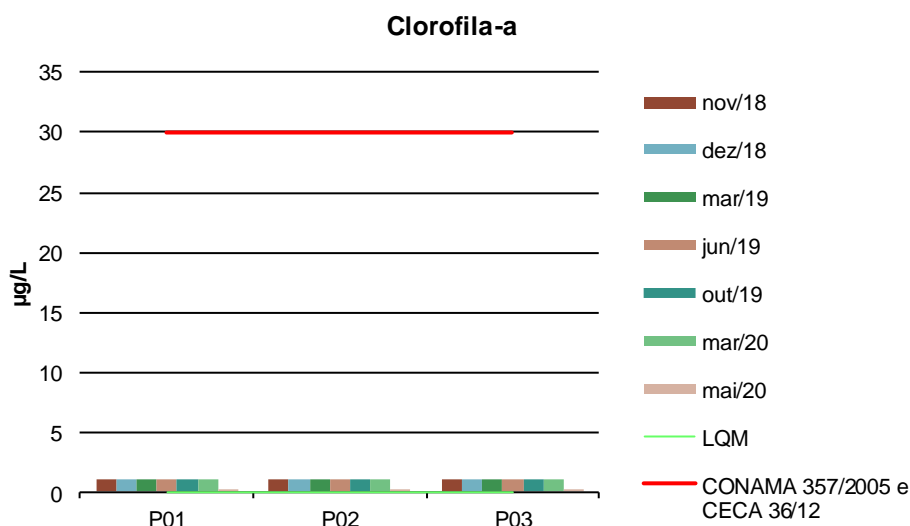
As cianobactérias são microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde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

Os resultados para Feofitina-a variaram entre <0,001 e 352,39 µg/L. Esse parâmetro não possui valor de referência nas legislações vigentes. A Feofitina-a passou a ser analisada a partir de março de 2020.

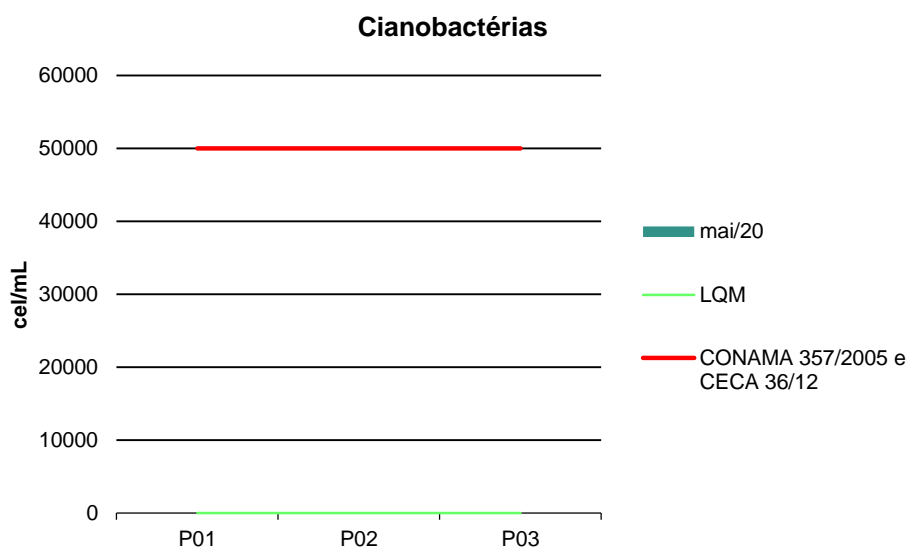
Os resultados para Clorofila-a apresentaram-se abaixo do LQM nas campanhas de novembro de 2018 a março de 2020 (<1,00 µg/L) e variando abaixo do LQM (<0,001 µg/L) a 0,062 µg/L em maio de 2020, estando em acordo com o CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12, que determina valor máximo de 30 µg/L para rios de classe 2 (Figura 23).

Para cianobactérias, as análises do grupo passaram a ser realizadas a partir da campanha de maio de 2020. Os resultados demonstraram ausência nas amostras analisadas. CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 determinam valor máximo permitido de 50.000 cel/mL (Figura 24).

**Figura 19** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Clorofila-a no monitoramento de qualidade de águas superficiais da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2020.



**Figura 20** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Cianobactérias no monitoramento de qualidade de águas superficiais da PCH Verde 4. Campanha de maio de 2020.

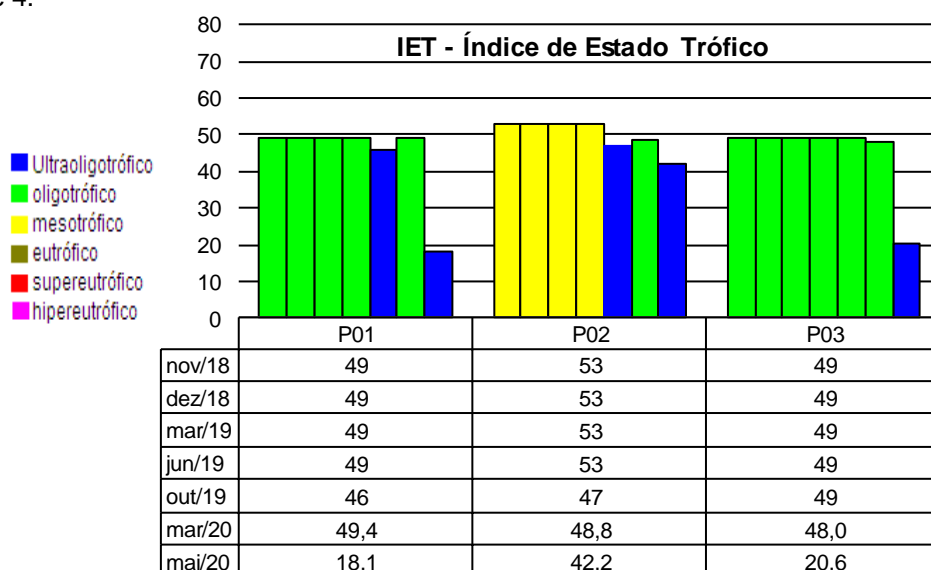


## 2.5.4. ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

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

A Figura 25 apresenta os resultados do IET nas campanhas realizadas entre os meses de novembro de 2018 a maio de 2020. Constatou-se a classe Oligotrófico na maioria das campanhas, 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 em maio de 2020 todos os pontos apresentaram a classe Ultraoligotrófico, indicando corpo d'água limpo, produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.

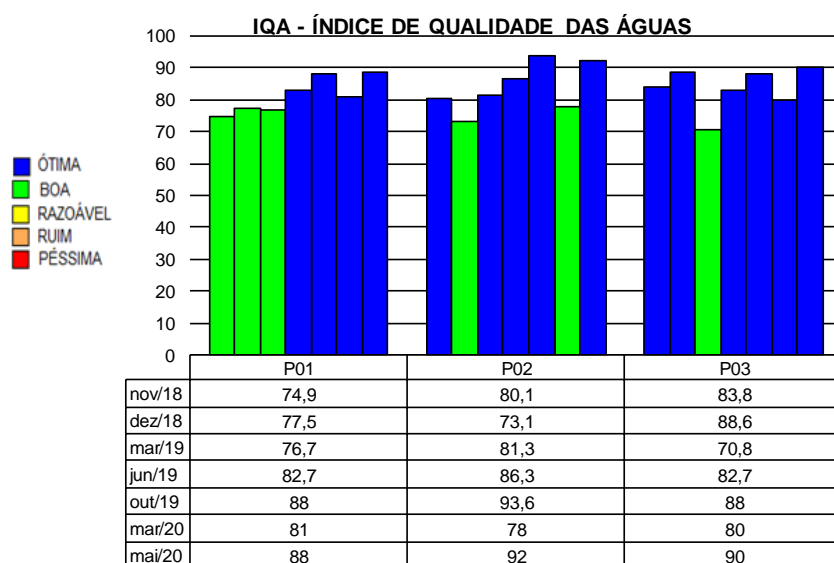
**Figura 21** - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos de IET para os pontos monitorados da PCH Verde 4.



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

A Figura 26 apresenta os resultados de IQA nas campanhas realizadas entre os meses de novembro de 2018 a maio de 2020. O Índice de Qualidade das Águas do rio Verde na área de influência da PCH Verde 4 indicou a predominância da categoria “ÓTIMA” na maioria das campanhas. Os valores similares entre montante e jusante da usina demonstraram que a atividade da mesma não está causando prejuízos na qualidade da água.

**Figura 22** - 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 março e maio de 2020, assim como o consolidado dos resultados obtidos no período pós-enchimento durante as campanhas de novembro (5 dias pós-enchimento) e dezembro de 2018 (1 mês pós-enchimento), março (3 meses pós-enchimento), junho (6 meses pós-enchimento) e outubro de 2019 (10 meses pós-enchimento).

Como apresentado e discutido, a qualidade dos corpos hídricos monitorados, quanto aos parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos analisados, apresentaram-se em conformidade com o estabelecido pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 para águas doces de classe 2.

O IET atestou a classe “Oligotrófico” nos pontos monitorados em grande parte das campanhas realizadas, exceto o P2 (reservatório) nas campanhas de novembro de 2018 a junho de 2019, que foi classificado na classe “Mesotrófico”. Já em maio de 2020 todos os pontos foram classificados na classe “Ultraoligotrófico”. A maioria dos pontos nas campanhas do período de novembro de 2018 a maio de 2020 apresentou o IQA de classificação “Ótimo”.



Os resultados dos parâmetros analisados demonstraram pouca influência do empreendimento no corpo hídrico, pois os valores obtidos a montante foram similares aos obtidos a jusante.

## 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.* Spatial variation of phytoplankton and some abiotic variables in the Pirapó River – Pr (Brazil) in august 1999: a preliminary study. Acta Scientiarum, v. 25, p. 1-8. 2003.
- 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. 1981. Lês algues d'eau douce: alques bleues et rouges. Paris: Société nouvelle dès éditions Boubée.
- BOURRELLY, P. 1985. Lês algues d'eau douce: alques bleues et rouges. Paris: Société nouvelle dès éditions Boubée. 606p.
- BOURRELLY, P. 1988. Lês algues d'eau douce complements tome I: alques vertes, Paris: Société nouvelle dès éditions Boubée.. 183p.
- 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.
- 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.
- 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 Chloococcales dulciacuícolas de Cuba. Berlim: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). SuBwasserflora 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.) SuBwasserflora von Mitteleuropa München: Elsevier GmbH.
- KOMÁREK, J. & Fott, B. 1983. Das phytoplankton des Süßwassers. 7.Teil – Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. In Huber-Pestalozzi, G. (Ed). Stuttgart. E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044p.
- 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.
- 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 Phicologica. 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 – 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: **C8D81582-A0C9-4224-94CB-33D8228370FB**

Data de Emissão: **13/04/2020**

Data de Validade: **12/07/2020**

**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 sitio 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**



**RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Data de Publicação: 28/04/2020 09:08

**RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Alcalinidade total	SM 2320 B	1,0	-	-	<b>13,3 mg/L</b>	06/03/2020
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	5,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 5,0 mg/L</b>	06/03/2020
Clorofila a	NUSH 1980	1,00	30,0 µg/L	30,0 µg/L	<b>&lt; 1,00 µg/L</b>	06/03/2020
Coliformes termotolerantes	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>6,8 x 10<sup>0</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Coliformes totais	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,4 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
<b>Condutividade elétrica</b>	SM 2510 B	1,0	-	-	<b>24,0 µS/cm</b>	06/03/2020
<b>Cor verdadeira</b>	HACH 8025	5,0	75,0 mg/L	75,0 mg/L	<b>23,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>DBO (5 dias)</b>	SM 5210 B / ASTM D888-09 C	1,5	5,0 mg/L	5,0 mg/L	<b>&lt; 1,5 mg/L</b>	06/03/2020
Densidade de cianobactérias	SEDEGWICK-RAFTER	1,0	50000 cel/mL	50000,0 cel/mL	<b>&lt; 1,0 cel/mL</b>	24/03/2020
<b>DQO</b>	HACH 8000	1,5	-	-	<b>&lt; 1,5 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Dureza</b>	SM 2340 C	5,0	-	-	<b>12,4 mg/L</b>	06/03/2020
Escherichia coli	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>4,1 x 10<sup>0</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Feofitina	NUSH 1980	1,00	-	-	<b>&lt; 1,00 µg/L</b>	06/03/2020
<b>Fósforo total (como P)</b>	SM 4500 P D	0,008	-	-	<b>0,010 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrato (como N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> E	0,10	10,0 mg/L	10,0 mg/L	<b>&lt; 0,10 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrito (como N)	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	1,0 mg/L	1,0 mg/L	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Nitrogênio amoniacal total</b>	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,10	-	-	<b>0,17 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrogênio orgânico	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,59 mg/L</b>	17/03/2020
Nitrogênio total	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,76 mg/L</b>	17/03/2020
Nitrogênio total Kjeldahl	SM 4500 Norg C	0,10	-	-	<b>0,76 mg/L</b>	09/03/2020
Óleos e graxas totais	SM 5520 D	10,0	-	-	<b>&lt; 10,0 mg/L</b>	09/03/2020
Óleos e graxas visuais	ANÁLISE VISUAL (In loco)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	<b>Virtualmente Ausentes</b>	05/03/2020
Ortofosfato (como P)	SM 4500 P D	0,02	-	-	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )	SM 4500 P D	0,06	-	-	<b>&lt; 0,06 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Oxigênio dissolvido</b>	ASTM D88-12 C	0,20	Mín. 5 mg/L	Mín. 5,0 mg/L	<b>5,20 mg/L</b>	05/03/2020
<b>pH</b>	SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)	2 a 12	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	<b>6,22</b>	05/03/2020

**RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Sílica*	SM 3120 B	1,07	-	-	<b>19,0 mg/L</b>	13/03/2020
Sólidos dissolvidos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	500,0 mg/L	500,0 mg/L	<b>57,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Sólidos sedimentáveis</b>	SM 2540 F	0,5	-	-	<b>&lt; 0,5 mL/L</b>	06/03/2020
Sólidos suspensos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	-	-	<b>36,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos totais	SM 2540 B, C, D e E	28,0	-	-	<b>93,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sulfato	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	2,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 2,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Temperatura ambiente</b>	SM 2550	2 - 95	-	-	<b>30,5 °C</b>	05/03/2020
<b>Temperatura da amostra</b>	SM 2550	2 - 95	-	-	<b>27,9 °C</b>	05/03/2020
Transparência	DISCO DE SECCHI (In loco)	0,05	-	-	<b>0,40 m</b>	05/03/2020
<b>Turbidez</b>	SM 2130 B	0,3	100,0 UNT	100,0 UNT	<b>18,5 UNT</b>	06/03/2020

**NOTAS**

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

ASTM: American Society for Testing and Materials.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

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

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

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

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

Análise(s) destacada(s) com asterisco são provida(s) externamente.

Fósforo total (como P): Para Ambiente Lêntico: 0,03 mg/L; Ambiente Intermediário: 0,05 mg/L; Ambiente Lótico: 0,10 mg/L (VMP CONAMA 357, Art. 15).

Nitrogênio amoniacal total: Para pH < 7,5 VMP = 3,7 mg/L; para 7,5 < pH < 8,0 VMP = 2,0 mg/L; para 8,0 < pH < 8,5 VMP = 1,0 mg/L; para pH > 8,5 VMP = 0,5 mg/L (VMP CONAMA 357, Art. 15).

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

**FIM DO RESUMO**

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0.A

### Proposta Comercial PC69/2020.2

### Atividade de Coleta CA179/2020

Data de Publicação: 28/04/2020 09:08

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

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

Endereço: **Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.151.033/0001-59**

Pessoa solicitante: **Marcos Vinicius Daruy**

#### Identificação da Amostra: 1328-1/2020.0 - Rio Verde a jusante da PCH VERDE 4

Tipo de amostra: **Água superficial**

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

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **05/03/2020 09:45**

Data | Hora do recebimento: **06/03/2020 09:37**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
DBO (5 dias)	SM 5210 B / ASTM D888-09 C	1,5	5,0 mg/L	5,0 mg/L	< 1,5 mg/L	06/03/2020
Dureza	SM 2340 C	5,0	-	-	12,4 mg/L	06/03/2020
Fósforo total (como P)	SM 4500 P D	0,008	-	-	0,010 mg/L	06/03/2020
Nitrogênio amoniacal total	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,10	-	-	0,17 mg/L	06/03/2020
Sólidos sedimentáveis	SM 2540 F	0,5	-	-	< 0,5 mL/L	06/03/2020
Temperatura ambiente	SM 2550	2 - 95	-	-	30,5 °C	05/03/2020
Temperatura da amostra	SM 2550	2 - 95	-	-	27,9 °C	05/03/2020
Oxigênio dissolvido	ASTM D88-12 C	0,20	Mín. 5 mg/L	Mín. 5,0 mg/L	5,20 mg/L	05/03/2020
Condutividade elétrica	SM 2510 B	1,0	-	-	24,0 µS/cm	06/03/2020
Cor verdadeira	HACH 8025	5,0	75,0 mg/L	75,0 mg/L	23,0 mg/L	06/03/2020
DQO	HACH 8000	1,5	-	-	< 1,5 mg/L	06/03/2020
pH	SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)	2 a 12	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,22	05/03/2020
Turbidez	SM 2130 B	0,3	100,0 UNT	100,0 UNT	18,5 UNT	06/03/2020

#### ESPECIFICAÇÕES

357 Art. 15 Classe 2: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de Março de 2005.



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0.A Proposta Comercial PC69/2020.2 Atividade de Coleta CA179/2020

CECA 36 - Art. 16 - Classe II: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, de 27 de junho de 2012.

### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de março de 2005, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

### NOTAS

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

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

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

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

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

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

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada. Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

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

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Elizandra Maiki Martim  
Coordenadora Técnica  
Bióloga



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

Chave de Validação: 86e2c095d64e4626a0ca3ca9f07b1ad5

FIM DO RELATÓRIO

**RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Data de Publicação: 28/04/2020 09:08

DADOS REFERENTES AO CLIENTE
Interessado: <b>SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S/A</b>
Endereço: <b>Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil</b>
CNPJ/CPF: <b>11.151.033/0001-59</b>
Pessoa solicitante: <b>Marcos Vinicius Daruy</b>

Identificação da Amostra: 1328-1/2020.0 - Rio Verde a jusante da PCH VERDE 4
Tipo de amostra: <b>Água superficial</b>
Responsável pela coleta: <b>BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo</b>
Condições do tempo: <b>Bom com sol</b>
Data   Hora da coleta: <b>05/03/2020 09:45</b>
Data   Hora do recebimento: <b>06/03/2020 09:37</b>
Observações:

**RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Alcalinidade total	SM 2320 B	1,0	-	-	<b>13,3 mg/L</b>	06/03/2020
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	5,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 5,0 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrato (como N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E	0,10	10,0 mg/L	10,0 mg/L	<b>&lt; 0,10 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrito (como N)	SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B	0,02	1,0 mg/L	1,0 mg/L	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrogênio total Kjeldahl	SM 4500 Norg C	0,10	-	-	<b>0,76 mg/L</b>	09/03/2020
Nitrogênio total	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,76 mg/L</b>	17/03/2020
Óleos e graxas visuais	ANÁLISE VISUAL (In loco)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	<b>Virtualmente Ausentes</b>	05/03/2020
Nitrogênio orgânico	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,59 mg/L</b>	17/03/2020
Sólidos totais	SM 2540 B, C, D e E	28,0	-	-	<b>93,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos suspensos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	-	-	<b>36,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos dissolvidos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	500,0 mg/L	500,0 mg/L	<b>57,0 mg/L</b>	06/03/2020
Ortofosfato (como P)	SM 4500 P D	0,02	-	-	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Coliformes totais	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,4 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Escherichia coli	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>4,1 x 10<sup>0</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Transparência	DISCO DE SECCHI (In loco)	0,05	-	-	<b>0,40 m</b>	05/03/2020

**RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Clorofila a	NUSH 1980	1,00	30,0 µg/L	30,0 µg/L	< 1,00 µg/L	06/03/2020
Feofitina	NUSH 1980	1,00	-	-	< 1,00 µg/L	06/03/2020
Sulfato	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	2,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	< 2,0 mg/L	06/03/2020
Coliformes termotolerantes	SM 9223 B	1,0	-	-	6,8 x 10 <sup>0</sup> NMP/100mL	06/03/2020
Densidade de cianobactérias	SEDEWICK-RAFTER	1,0	50000 cel/mL	50000,0 cel/mL	< 1,0 cel/mL	24/03/2020
Óleos e graxas totais	SM 5520 D	10,0	-	-	< 10,0 mg/L	09/03/2020
Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )	SM 4500 P D	0,06	-	-	< 0,06 mg/L	06/03/2020

**ANÁLISES PROVIDAS EXTERNAMENTE**

**CRL 0165**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Sílica	SM 3120 B	1,07	-	-	19,0 mg/L	13/03/2020

**ESPECIFICAÇÕES**

357 Art. 15 Classe 2: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de Março de 2005.

CECA 36 - Art. 16 - Classe II: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, de 27 de junho de 2012.

**INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS**

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de março de 2005, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1328/2020.0 Proposta Comercial PC69/2020.2 Atividade de Coleta CA179/2020

### NOTAS

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

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

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

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

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

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

#### ABRANGÊNCIA

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

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

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

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

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Elizandra Maiki Martim  
Coordenadora Técnica  
Bióloga



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

Chave de Validação: 86e2c095d64e4626a0ca3ca9f07b1ad5

FIM DO RELATÓRIO



**RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Data de Publicação: 28/04/2020 08:59

**RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Alcalinidade total	SM 2320 B	1,0	-	-	<b>8,3 mg/L</b>	06/03/2020
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	5,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 5,0 mg/L</b>	06/03/2020
Clorofila a	NUSH 1980	1,00	30,0 µg/L	30,0 µg/L	<b>&lt; 1,00 µg/L</b>	06/03/2020
Coliformes termotolerantes	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>4,8 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Coliformes totais	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,4 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
<b>Condutividade elétrica</b>	SM 2510 B	1,0	-	-	<b>23,0 µS/cm</b>	06/03/2020
<b>Cor verdadeira</b>	HACH 8025	5,0	75,0 mg/L	75,0 mg/L	<b>21,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>DBO (5 dias)</b>	SM 5210 B / ASTM D888-09 C	1,5	5,0 mg/L	5,0 mg/L	<b>&lt; 1,5 mg/L</b>	06/03/2020
Densidade de cianobactérias	SEDEGWICK-RAFTER	1,0	50000 cel/mL	50000,0 cel/mL	<b>&lt; 1,0 cel/mL</b>	24/03/2020
<b>DQO</b>	HACH 8000	1,5	-	-	<b>&lt; 1,5 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Dureza</b>	SM 2340 C	5,0	-	-	<b>12,4 mg/L</b>	06/03/2020
Escherichia coli	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,9 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Feofitina	NUSH 1980	1,00	-	-	<b>&lt; 1,00 µg/L</b>	06/03/2020
<b>Fósforo total (como P)</b>	SM 4500 P D	0,008	-	-	<b>0,015 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrato (como N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> E	0,10	10,0 mg/L	10,0 mg/L	<b>&lt; 0,10 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrito (como N)	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	1,0 mg/L	1,0 mg/L	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Nitrogênio amoniacal total</b>	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,10	-	-	<b>0,15 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrogênio orgânico	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,59 mg/L</b>	17/03/2020
Nitrogênio total	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,74 mg/L</b>	17/03/2020
Nitrogênio total Kjeldahl	SM 4500 Norg C	0,10	-	-	<b>0,74 mg/L</b>	09/03/2020
Óleos e graxas totais	SM 5520 D	10,0	-	-	<b>&lt; 10,0 mg/L</b>	09/03/2020
Óleos e graxas visuais	ANÁLISE VISUAL (In loco)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	<b>Virtualmente Ausentes</b>	05/03/2020
Ortofosfato (como P)	SM 4500 P D	0,02	-	-	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )	SM 4500 P D	0,06	-	-	<b>&lt; 0,06 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Oxigênio dissolvido</b>	ASTM D88-12 C	0,20	Mín. 5 mg/L	Mín. 5,0 mg/L	<b>5,08 mg/L</b>	05/03/2020
<b>pH</b>	SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)	2 a 12	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	<b>6,72</b>	05/03/2020

**RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Sílica*	SM 3120 B	1,07	-	-	<b>16,5 mg/L</b>	13/03/2020
Sólidos dissolvidos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	500,0 mg/L	500,0 mg/L	<b>34,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Sólidos sedimentáveis</b>	SM 2540 F	0,5	-	-	<b>&lt; 0,5 mL/L</b>	06/03/2020
Sólidos suspensos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	-	-	<b>25,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos totais	SM 2540 B, C, D e E	28,0	-	-	<b>59,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sulfato	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	2,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 2,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Temperatura ambiente</b>	SM 2550	2 - 95	-	-	<b>29,8 °C</b>	05/03/2020
<b>Temperatura da amostra</b>	SM 2550	2 - 95	-	-	<b>30,9 °C</b>	05/03/2020
Transparência	DISCO DE SECCHI (In loco)	0,05	-	-	<b>0,80 m</b>	05/03/2020
<b>Turbidez</b>	SM 2130 B	0,3	100,0 UNT	100,0 UNT	<b>14,6 UNT</b>	06/03/2020

**NOTAS**

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

ASTM: American Society for Testing and Materials.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

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

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

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

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

Análise(s) destacada(s) com asterisco são provida(s) externamente.

Fósforo total (como P): Para Ambiente Léntico: 0,03 mg/L; Ambiente Intermediário: 0,05 mg/L; Ambiente Lótico: 0,10 mg/L (VMP CONAMA 357, Art. 15).

Nitrogênio amoniacal total: Para pH < 7,5 VMP = 3,7 mg/L; para 7,5 < pH < 8,0 VMP = 2,0 mg/L; para 8,0 < pH < 8,5 VMP = 1,0 mg/L; para pH > 8,5 VMP = 0,5 mg/L (VMP CONAMA 357, Art. 15).

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

**FIM DO RESUMO**

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0.A

### Proposta Comercial PC69/2020.2

### Atividade de Coleta CA179/2020

Data de Publicação: 28/04/2020 08:59

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

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

Endereço: **Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.151.033/0001-59**

Pessoa solicitante: **Marcos Vinicius Daruy**

#### Identificação da Amostra: 1329-1/2020.0 - Rio verde área central do reservatório da PCH VERDE 4 - meio

Tipo de amostra: **Água superficial**

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

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **05/03/2020 10:20**

Data | Hora do recebimento: **06/03/2020 09:37**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
DBO (5 dias)	SM 5210 B / ASTM D888-09 C	1,5	5,0 mg/L	5,0 mg/L	< 1,5 mg/L	06/03/2020
Dureza	SM 2340 C	5,0	-	-	12,4 mg/L	06/03/2020
Fósforo total (como P)	SM 4500 P D	0,008	-	-	0,015 mg/L	06/03/2020
Nitrogênio amoniacal total	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,10	-	-	0,15 mg/L	06/03/2020
Sólidos sedimentáveis	SM 2540 F	0,5	-	-	< 0,5 mL/L	06/03/2020
Temperatura ambiente	SM 2550	2 - 95	-	-	29,8 °C	05/03/2020
Temperatura da amostra	SM 2550	2 - 95	-	-	30,9 °C	05/03/2020
Oxigênio dissolvido	ASTM D88-12 C	0,20	Mín. 5 mg/L	Mín. 5,0 mg/L	5,08 mg/L	05/03/2020
Condutividade elétrica	SM 2510 B	1,0	-	-	23,0 µS/cm	06/03/2020
Cor verdadeira	HACH 8025	5,0	75,0 mg/L	75,0 mg/L	21,0 mg/L	06/03/2020
DQO	HACH 8000	1,5	-	-	< 1,5 mg/L	06/03/2020
pH	SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)	2 a 12	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,72	05/03/2020
Turbidez	SM 2130 B	0,3	100,0 UNT	100,0 UNT	14,6 UNT	06/03/2020

#### ESPECIFICAÇÕES

357 Art. 15 Classe 2: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de Março de 2005.



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0.A Proposta Comercial PC69/2020.2 Atividade de Coleta CA179/2020

CECA 36 - Art. 16 - Classe II: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, de 27 de junho de 2012.

### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de março de 2005, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

### NOTAS

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

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

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

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

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

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

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada. Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

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

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

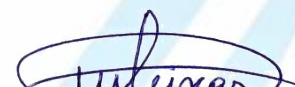
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Elizandra Maiki Martim  
Coordenadora Técnica  
Bióloga



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

Chave de Validação: 7dc537a27a2e4a2db7de5c6890ca0192

FIM DO RELATÓRIO

**RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Data de Publicação: 28/04/2020 08:59

DADOS REFERENTES AO CLIENTE
Interessado: <b>SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S/A</b>
Endereço: <b>Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil</b>
CNPJ/CPF: <b>11.151.033/0001-59</b>
Pessoa solicitante: <b>Marcos Vinicius Daruy</b>

Identificação da Amostra: 1329-1/2020.0 - Rio verde área central do reservatório da PCH VERDE 4 - meio
Tipo de amostra: <b>Água superficial</b>
Responsável pela coleta: <b>BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo</b>
Condições do tempo: <b>Bom com sol</b>
Data   Hora da coleta: <b>05/03/2020 10:20</b>
Data   Hora do recebimento: <b>06/03/2020 09:37</b>
Observações:

**RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Alcalinidade total	SM 2320 B	1,0	-	-	<b>8,3 mg/L</b>	06/03/2020
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	5,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 5,0 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrato (como N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E	0,10	10,0 mg/L	10,0 mg/L	<b>&lt; 0,10 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrito (como N)	SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B	0,02	1,0 mg/L	1,0 mg/L	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrogênio total Kjeldahl	SM 4500 Norg C	0,10	-	-	<b>0,74 mg/L</b>	09/03/2020
Nitrogênio total	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,74 mg/L</b>	17/03/2020
Óleos e graxas visuais	ANÁLISE VISUAL (In loco)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	<b>Virtualmente Ausentes</b>	05/03/2020
Nitrogênio orgânico	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,59 mg/L</b>	17/03/2020
Sólidos totais	SM 2540 B, C, D e E	28,0	-	-	<b>59,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos suspensos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	-	-	<b>25,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos dissolvidos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	500,0 mg/L	500,0 mg/L	<b>34,0 mg/L</b>	06/03/2020
Ortofosfato (como P)	SM 4500 P D	0,02	-	-	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Coliformes totais	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,4 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Escherichia coli	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,9 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Transparência	DISCO DE SECCHI (In loco)	0,05	-	-	<b>0,80 m</b>	05/03/2020

**RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Clorofila a	NUSH 1980	1,00	30,0 µg/L	30,0 µg/L	< 1,00 µg/L	06/03/2020
Feofitina	NUSH 1980	1,00	-	-	< 1,00 µg/L	06/03/2020
Sulfato	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	2,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	< 2,0 mg/L	06/03/2020
Coliformes termotolerantes	SM 9223 B	1,0	-	-	4,8 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL	06/03/2020
Densidade de cianobactérias	SEDEWICK-RAFTER	1,0	50000 cel/mL	50000,0 cel/mL	< 1,0 cel/mL	24/03/2020
Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )	SM 4500 P D	0,06	-	-	< 0,06 mg/L	06/03/2020
Óleos e graxas totais	SM 5520 D	10,0	-	-	< 10,0 mg/L	09/03/2020

**ANÁLISES PROVIDAS EXTERNAMENTE**

**CRL 0165**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Sílica	SM 3120 B	1,07	-	-	16,5 mg/L	13/03/2020

**ESPECIFICAÇÕES**

357 Art. 15 Classe 2: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de Março de 2005.

CECA 36 - Art. 16 - Classe II: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, de 27 de junho de 2012.

**INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS**

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de março de 2005, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1329/2020.0 Proposta Comercial PC69/2020.2 Atividade de Coleta CA179/2020

### NOTAS

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

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

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

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

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

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

#### ABRANGÊNCIA

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

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

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

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

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Elizandra Maiki Martim  
Coordenadora Técnica  
Bióloga



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

Chave de Validação: 7dc537a27a2e4a2db7de5c6890ca0192

FIM DO RELATÓRIO



**RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Data de Publicação: 28/04/2020 08:51

**RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Alcalinidade total	SM 2320 B	1,0	-	-	<b>8,2 mg/L</b>	06/03/2020
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	5,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 5,0 mg/L</b>	06/03/2020
Clorofila a	NUSH 1980	1,00	30,0 µg/L	30,0 µg/L	<b>&lt; 1,00 µg/L</b>	06/03/2020
Coliformes termotolerantes	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>1,0 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Coliformes totais	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,4 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
<b>Condutividade elétrica</b>	SM 2510 B	1,0	-	-	<b>22,4 µS/cm</b>	06/03/2020
<b>Cor verdadeira</b>	HACH 8025	5,0	75,0 mg/L	75,0 mg/L	<b>21,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>DBO (5 dias)</b>	SM 5210 B / ASTM D888-09 C	1,5	5,0 mg/L	5,0 mg/L	<b>&lt; 1,5 mg/L</b>	06/03/2020
Densidade de cianobactérias	SEDGEWICK-RAFTER	1,0	50000 cel/mL	50000,0 cel/mL	<b>&lt; 1,0 cel/mL</b>	24/03/2020
<b>DQO</b>	HACH 8000	1,5	-	-	<b>&lt; 1,5 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Dureza</b>	SM 2340 C	5,0	-	-	<b>13,6 mg/L</b>	06/03/2020
Escherichia coli	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>6,2 x 10<sup>0</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Feofitina	NUSH 1980	1,00	-	-	<b>&lt; 1,00 µg/L</b>	06/03/2020
<b>Fósforo total (como P)</b>	SM 4500 P D	0,008	-	-	<b>0,017 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrato (como N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> E	0,10	10,0 mg/L	10,0 mg/L	<b>&lt; 0,10 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrito (como N)	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,02	1,0 mg/L	1,0 mg/L	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Nitrogênio amoniacal total</b>	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,10	-	-	<b>0,15 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrogênio orgânico	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,49 mg/L</b>	17/03/2020
Nitrogênio total	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,64 mg/L</b>	17/03/2020
Nitrogênio total Kjeldahl	SM 4500 Norg C	0,10	-	-	<b>0,64 mg/L</b>	09/03/2020
Óleos e graxas totais	SM 5520 D	10,0	-	-	<b>&lt; 10,0 mg/L</b>	09/03/2020
Óleos e graxas visuais	ANÁLISE VISUAL (In loco)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	<b>Virtualmente Ausentes</b>	05/03/2020
Ortofosfato (como P)	SM 4500 P D	0,02	-	-	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )	SM 4500 P D	0,06	-	-	<b>&lt; 0,06 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Oxigênio dissolvido</b>	ASTM D88-12 C	0,20	Mín. 5 mg/L	Mín. 5,0 mg/L	<b>5,60 mg/L</b>	05/03/2020
<b>pH</b>	SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)	2 a 12	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	<b>6,26</b>	05/03/2020

**RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Sílica*	SM 3120 B	1,07	-	-	<b>18,9 mg/L</b>	13/03/2020
Sólidos dissolvidos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	500,0 mg/L	500,0 mg/L	<b>33,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Sólidos sedimentáveis</b>	SM 2540 F	0,5	-	-	<b>&lt; 0,5 mL/L</b>	06/03/2020
Sólidos suspensos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	-	-	<b>32,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos totais	SM 2540 B, C, D e E	28,0	-	-	<b>65,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sulfato	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	2,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 2,0 mg/L</b>	06/03/2020
<b>Temperatura ambiente</b>	SM 2550	2 - 95	-	-	<b>29,4 °C</b>	05/03/2020
<b>Temperatura da amostra</b>	SM 2550	2 - 95	-	-	<b>27,6 °C</b>	05/03/2020
Transparência	DISCO DE SECCHI (In loco)	0,05	-	-	<b>0,50 m</b>	05/03/2020
<b>Turbidez</b>	SM 2130 B	0,3	100,0 UNT	100,0 UNT	<b>15,1 UNT</b>	06/03/2020

**NOTAS**

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

ASTM: American Society for Testing and Materials.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

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

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

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

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

Análise(s) destacada(s) com asterisco são provida(s) externamente.

Fósforo total (como P): Para Ambiente Léntico: 0,03 mg/L; Ambiente Intermediário: 0,05 mg/L; Ambiente Lótico: 0,10 mg/L (VMP CONAMA 357, Art. 15).

Nitrogênio amoniacal total: Para pH < 7,5 VMP = 3,7 mg/L; para 7,5 < pH < 8,0 VMP = 2,0 mg/L; para 8,0 < pH < 8,5 VMP = 1,0 mg/L; para pH > 8,5 VMP = 0,5 mg/L (VMP CONAMA 357, Art. 15).

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

**FIM DO RESUMO**

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0.A

### Proposta Comercial PC69/2020.2

### Atividade de Coleta CA179/2020

Data de Publicação: 28/04/2020 08:51

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

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

Endereço: **Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.151.033/0001-59**

Pessoa solicitante: **Marcos Vinicius Daruy**

#### Identificação da Amostra: 1330-1/2020.0 - Rio Verde a montante da PCH VERDE 4

Tipo de amostra: **Água superficial**

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

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **05/03/2020 11:08**

Data | Hora do recebimento: **06/03/2020 09:37**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
DBO (5 dias)	SM 5210 B / ASTM D888-09 C	1,5	5,0 mg/L	5,0 mg/L	< 1,5 mg/L	06/03/2020
Dureza	SM 2340 C	5,0	-	-	13,6 mg/L	06/03/2020
Fósforo total (como P)	SM 4500 P D	0,008	-	-	0,017 mg/L	06/03/2020
Nitrogênio amoniacal total	SM 4500 NH <sub>3</sub> B	0,10	-	-	0,15 mg/L	06/03/2020
Sólidos sedimentáveis	SM 2540 F	0,5	-	-	< 0,5 mL/L	06/03/2020
Temperatura ambiente	SM 2550	2 - 95	-	-	29,4 °C	05/03/2020
Temperatura da amostra	SM 2550	2 - 95	-	-	27,6 °C	05/03/2020
Oxigênio dissolvido	ASTM D88-12 C	0,20	Mín. 5 mg/L	Mín. 5,0 mg/L	5,60 mg/L	05/03/2020
Condutividade elétrica	SM 2510 B	1,0	-	-	22,4 µS/cm	06/03/2020
Cor verdadeira	HACH 8025	5,0	75,0 mg/L	75,0 mg/L	21,0 mg/L	06/03/2020
DQO	HACH 8000	1,5	-	-	< 1,5 mg/L	06/03/2020
pH	SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)	2 a 12	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,26	05/03/2020
Turbidez	SM 2130 B	0,3	100,0 UNT	100,0 UNT	15,1 UNT	06/03/2020

#### ESPECIFICAÇÕES

357 Art. 15 Classe 2: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de Março de 2005.



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0.A Proposta Comercial PC69/2020.2 Atividade de Coleta CA179/2020

CECA 36 - Art. 16 - Classe II: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, de 27 de junho de 2012.

### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de março de 2005, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

### NOTAS

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

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

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

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

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

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

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada. Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

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

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

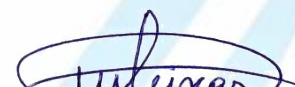
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Elizandra Maiki Martim  
Coordenadora Técnica  
Bióloga



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

Chave de Validação: 2fd149bfa3c8432888651fcd9bdcdf6b0

FIM DO RELATÓRIO

**RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Data de Publicação: 28/04/2020 08:51

DADOS REFERENTES AO CLIENTE
Interessado: <b>SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S/A</b>
Endereço: <b>Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil</b>
CNPJ/CPF: <b>11.151.033/0001-59</b>
Pessoa solicitante: <b>Marcos Vinicius Daruy</b>

Identificação da Amostra: 1330-1/2020.0 - Rio Verde a montante da PCH VERDE 4
Tipo de amostra: <b>Água superficial</b>
Responsável pela coleta: <b>BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo</b>
Condições do tempo: <b>Bom com sol</b>
Data   Hora da coleta: <b>05/03/2020 11:08</b>
Data   Hora do recebimento: <b>06/03/2020 09:37</b>
Observações:

**RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Alcalinidade total	SM 2320 B	1,0	-	-	<b>8,2 mg/L</b>	06/03/2020
Cloreto	SM 4500 Cl <sup>-</sup> B	5,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	<b>&lt; 5,0 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrato (como N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E	0,10	10,0 mg/L	10,0 mg/L	<b>&lt; 0,10 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrito (como N)	SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B	0,02	1,0 mg/L	1,0 mg/L	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Nitrogênio total Kjeldahl	SM 4500 Norg C	0,10	-	-	<b>0,64 mg/L</b>	09/03/2020
Nitrogênio total	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,64 mg/L</b>	17/03/2020
Óleos e graxas visuais	ANÁLISE VISUAL (In loco)	-	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	<b>Virtualmente Ausentes</b>	05/03/2020
Nitrogênio orgânico	CÁLCULO	0,10	-	-	<b>0,49 mg/L</b>	17/03/2020
Sólidos totais	SM 2540 B, C, D e E	28,0	-	-	<b>65,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos suspensos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	-	-	<b>32,0 mg/L</b>	06/03/2020
Sólidos dissolvidos totais	SM 2540 B, C, D e E	5,0	500,0 mg/L	500,0 mg/L	<b>33,0 mg/L</b>	06/03/2020
Ortofosfato (como P)	SM 4500 P D	0,02	-	-	<b>&lt; 0,02 mg/L</b>	06/03/2020
Coliformes totais	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>2,4 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Escherichia coli	SM 9223 B	1,0	-	-	<b>6,2 x 10<sup>0</sup> NMP/100mL</b>	06/03/2020
Transparência	DISCO DE SECCHI (In loco)	0,05	-	-	<b>0,50 m</b>	05/03/2020

**RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0**  
**Proposta Comercial PC69/2020.2**  
**Atividade de Coleta CA179/2020**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Clorofila a	NUSH 1980	1,00	30,0 µg/L	30,0 µg/L	< 1,00 µg/L	06/03/2020
Feofitina	NUSH 1980	1,00	-	-	< 1,00 µg/L	06/03/2020
Sulfato	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	2,0	250,0 mg/L	250,0 mg/L	< 2,0 mg/L	06/03/2020
Coliformes termotolerantes	SM 9223 B	1,0	-	-	1,0 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL	06/03/2020
Densidade de cianobactérias	SEDEWICK-RAFTER	1,0	50000 cel/mL	50000,0 cel/mL	< 1,0 cel/mL	24/03/2020
Óleos e graxas totais	SM 5520 D	10,0	-	-	< 10,0 mg/L	09/03/2020
Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )	SM 4500 P D	0,06	-	-	< 0,06 mg/L	06/03/2020

**ANÁLISES PROVIDAS EXTERNAMENTE**

**CRL 0165**

Análises	Métodos	LQ/Faixas	357 Art. 15 Classe 2	CECA 36 - Art. 16 - Classe II	Resultados	Datas de Análises
Sílica	SM 3120 B	1,07	-	-	18,9 mg/L	13/03/2020

**ESPECIFICAÇÕES**

357 Art. 15 Classe 2: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de Março de 2005.

CECA 36 - Art. 16 - Classe II: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, de 27 de junho de 2012.

**INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS**

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 357, Artigo 15, de 17 de março de 2005, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Deliberação CECA/MS 36, Artigo 16, padrões para águas doces de classe 2, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 1330/2020.0 Proposta Comercial PC69/2020.2 Atividade de Coleta CA179/2020

### NOTAS

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

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

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

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

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

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

#### ABRANGÊNCIA

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

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

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

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

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Elizandra Maiki Martim  
Coordenadora Técnica  
Bióloga



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

Chave de Validação: 2fd149bfa3c8432888651fcdabcdcf6b0

FIM DO RELATÓRIO



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1059/2020

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> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural.	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Água Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> SP01 – Montante do Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 566.20
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH Verde 4 - Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/MS.	
<b>Coordenadas do ponto:</b> 19°52'59.15"S / 53°21'30.22"O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 11:50
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 21,3°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 25,9°C
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo de amostra:</b> Água superficial
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. recebimento:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	<5,0	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	6,0	250,0
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	21,6	---
Cor Verdadeira	UH	SM 2120 B	1,0	47,2	≤ 75,0
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	<2,0	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,03	*
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10,0
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	**
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	19,80	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	19,65	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	20,13	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	V. A.
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	9,8	≥ 5,0
pH	---	USEPA 150.1	0,1	8,05	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	22,03	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10,0	21	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10,0	32	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	7,0	250,0
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	≤ 100,0





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 1059/2020

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 B	1,0	2,0 x 10	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
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	226,93	---
Cianobactérias	cel/mL	SM 10200	1,0	Ausente	50.000

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Legenda:</b> 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 &lt; pH ≤ 8,0   1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.</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 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, 10 de julho de 2020



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





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1060/2020

<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> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural.	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Água Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

<b>2. DADOS DA AMOSTRAGEM</b>	
<b>Ponto de coleta:</b> SP02 – Área Central do Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 567.20
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH Verde 4 - Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/MS.	
<b>Coordenadas do ponto:</b> 19°58'34.84"S / 53°16'33.00"O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 12:30
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 23,9°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 22,9°C
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo de amostra:</b> Água superficial
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. recebimento:</b> Kamilla P. dos Santos

<b>3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</b>					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	<5,0	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	7,0	250,0
Condutividade Elétrica	µ s / cm	NBR 14340	0,1	21,6	---
Cor Verdadeira	UH	SM 2120 B	1,0	17,3	≤ 75,0
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	<2,0	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,05	*
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10,0
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	**
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	11,74	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	11,61	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	11,93	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	V. A.
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	12,1	≥ 5,0
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,73	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	21,46	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	<10	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10,0	40	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10,0	40	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	<5,0	250,0
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	≤ 100,0



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 1060/2020

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	0,8 x 10 <sup>1</sup>	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 B	1,0	5,8 x 10 <sup>1</sup>	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Clorofila- <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	0,062	≤ 30
Feofitina- <i>a</i>	µg/L	SM 10200 H	0,001	<0,001	---
Cianobactérias	cel/mL	SM 10200	1,0	Ausente	50.000

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Legenda:</b> 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 &lt; pH ≤ 8,0   1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.</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 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, 10 de julho de 2020



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





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1061/2020

1. DADOS DA 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> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural.	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Água Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> SP03 – Jusante do Reservatório	<b>Número de amostra:</b> 568.20
<b>Endereço da amostragem:</b> PCH Verde 4 - Rodovia MS 245, s/n, km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/MS.	
<b>Coordenadas do ponto:</b> 19°58'46.72"S / 53°16'11.82"O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 13:20
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 21,9°C	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 25,5°C
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo de amostra:</b> Água superficial
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. recebimento:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	SM 2320 B	5,0	<5,0	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	6,0	250,0
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	22,0	---
Cor Verdadeira	UH	SM 2120 B	1,0	7,1	≤ 75,0
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	<2,0	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 P D	0,01	0,08	*
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10,0
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	**
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	14,35	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	14,16	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	14,59	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	V. A.
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	SM 4500 C	0,1	11,6	≥ 5,0
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,91	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	19,82	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	<10	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10,0	32,0	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10,0	32,0	---
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	POP FQ 42	5,0	<5,0	250,0
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	≤ 100,0



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 1061/2020

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	0,8 x 10 <sup>1</sup>	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 B	1,0	6,5 x 10 <sup>1</sup>	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
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	352,39	---
Cianobactérias	cel/mL	SM 10200	1,0	Ausente	50.000

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Legenda:</b> 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 &lt; pH ≤ 8,0   1,0 para 8,0 &lt; pH ≤ 8,5.</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 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, 10 de julho de 2020



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



**ANEXO 3**

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



# PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

## PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A

Águas Clara - MS

Agosto de 2020



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. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR</b>	<b>3</b>
<b>2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA</b>	<b>4</b>
<b>3. ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>4</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>7</b>
4.1. Purga do Poço	7
4.2. Recuperação do Nível de Água	7
4.3. Coleta das Amostras	7
4.4. Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos	8
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>9</b>
<b>5.1. Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos</b>	<b>9</b>
5.1.1. Cloreto	13
5.1.2. Cor	13
5.1.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio	14
5.1.4. Demanda Química de Oxigênio	14
5.1.5. Fluoretos	15
5.1.6. Ferro	16
5.1.7. Fósforo Total	17
5.1.8. Nitrato	18
5.1.9. Nitrito	18
5.1.10. Nitrogênio Amoniacal	19
5.1.11. Nitrogênio Total	20
5.1.12. pH	20
5.1.13. Sólidos Totais, Dissolvidos e Voláteis	21
5.1.14. <i>E. coli</i>	22
<b>6. CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	<b>23</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>23</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>23</b>



## 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 do Programa de Monitoramento de Água Subterrânea na área de influência da PCH Verde 4, realizada no dia 29 de maio de 2020.

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

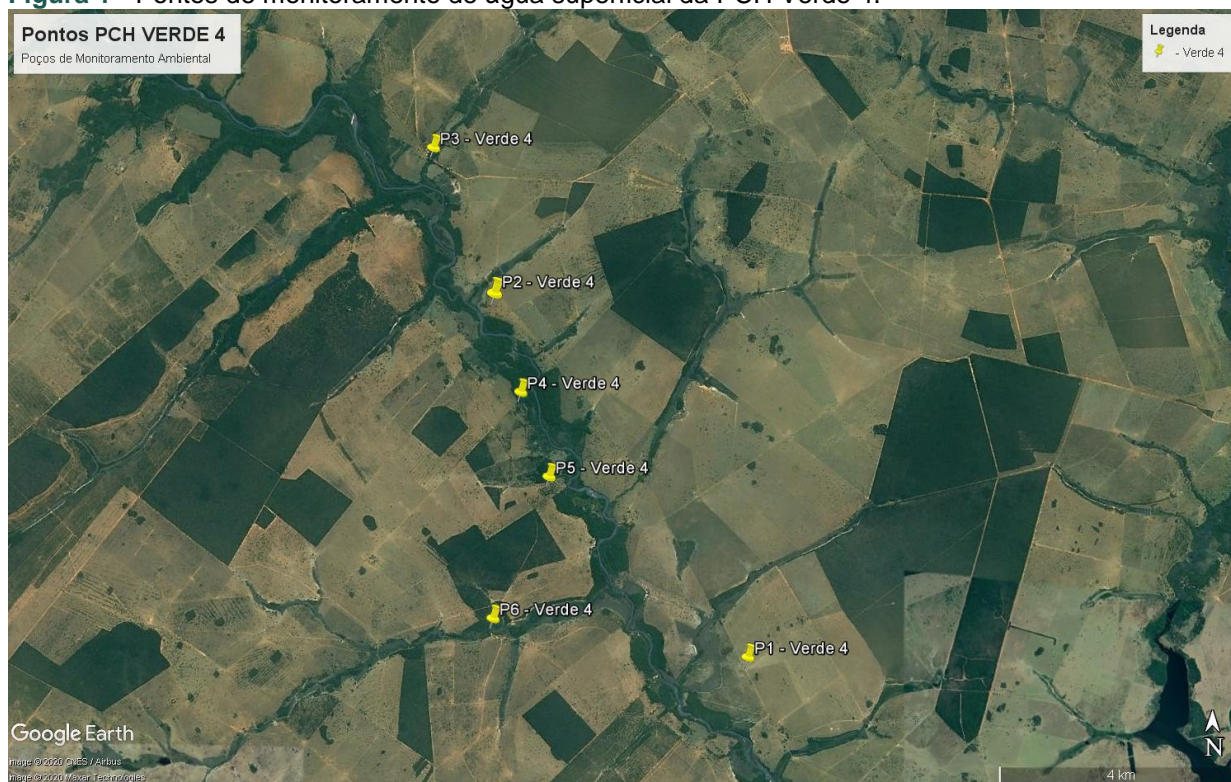
O estudo foi conduzido na região que compreende a área de influência da Pequena Central Hidrelétrica Verde 4, localizada no rio Verde, município de Água Clara, Mato Grosso do Sul. A referida PCH tem o potencial de 19 MW, com um reservatório de 10,53 km<sup>2</sup>, nas coordenadas 19° 58' 36" S e 54° 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 na última campanha realizada.

**Tabela 1** - Identificação dos pontos de monitoramento de água superficial 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.





**Figura 2** - Poços de monitoramento da PCH Verde 4 na campanha de maio de 2020. Da esquerda para a direita - cima para baixo: P1 a P6.





## 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 (Figura 3).

**Figura 3** - Equipamento utilizado na medição do nível dos poços de monitoramento.



### 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

Os dados de campo da campanha de maio de 2020 encontram-se descritos na Tabela 2, onde constam os valores de profundidade total e profundidade do nível da água (nível estático) dos poços monitorados.

Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas da campanha de maio de 2020 são apresentados na Tabela 3. Ressalta-se que o poço de monitoramento P4 encontrava-se totalmente seco durante as coletas da campanha de maio de 2020, dessa forma, nesse poço foi medida apenas a profundidade total.

A Tabela 4 apresenta os dados coletados in loco e os resultados das análises laboratoriais nas campanhas 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 2** - Dados de campo da coleta.

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

Tabela 3 - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

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 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.

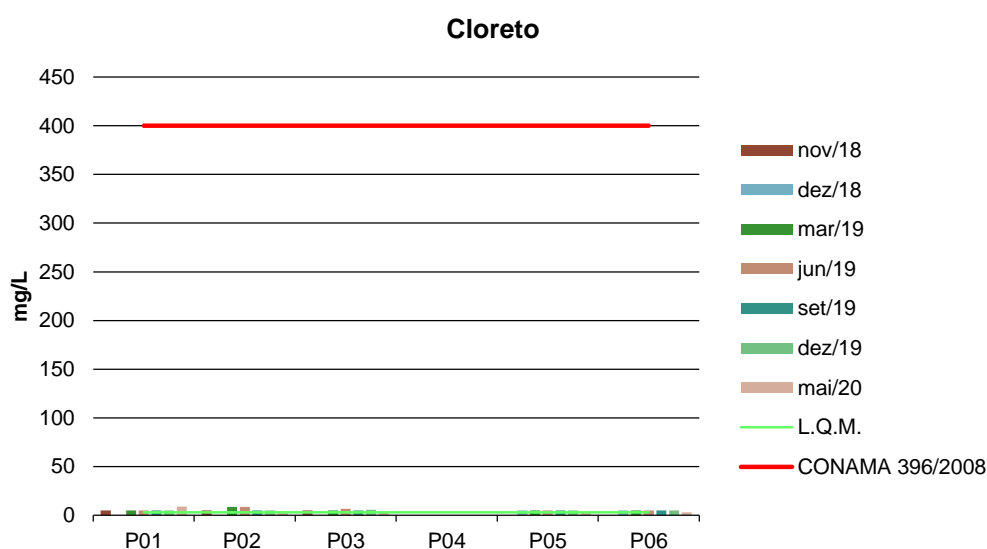


### 5.1.1. Cloreto

Os cloretos são ânions  $\text{Cl}^-$  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).

As amostras coletadas nos poços monitorados apresentaram valores que variaram de  $<3,0$  mg/L a 9,0 mg/L, estando em acordo com a 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 legislações vigentes não estabelecem valores máximos para este parâmetro. As amostras coletadas nos poços monitorados apresentaram valores que variaram de 5,0 mg/L a 157,7 mg/L.

### 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.

De acordo com a Tabela 3, os poços monitorados apresentaram resultados de DBO abaixo do Limite de Quantificação do Método (LQM) na maioria das campanhas, sendo o maior valor obtido de 9,9 mg/L (novembro/2018). As legislações em vigência não estabelecem limite máximo permitido para o referido indicador.

### 5.1.4. Demanda Química de Oxigênio

Demanda química de oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO<sub>5,20°C</sub>, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2008).



Os resultados obtidos para DQO encontraram-se abaixo do Limite de Quantificação do Método (LQM), <10 mg/L. As legislações vigentes não estabelecem limite máximo permitido para este parâmetro.

### 5.1.5. Fluoretos

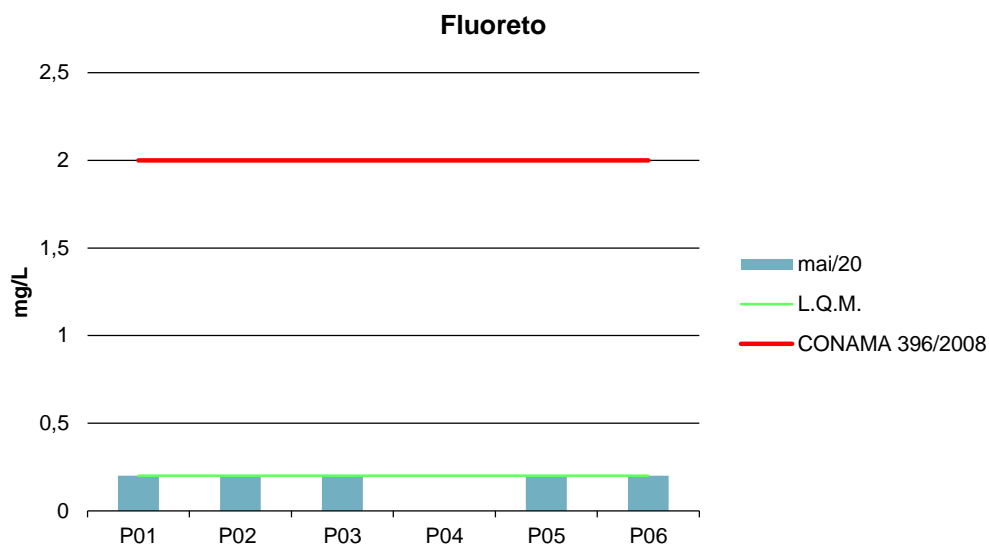
O Flúor é o 13º elemento mais abundante no solo e o 15º no mar. Apresenta grande afinidade pelos metais bi e trivalentes, como o manganês, o ferro e o cálcio, característica Fundação Nacional de Saúde 24 que favorece sua fixação nos organismos vivos. É o elemento quimicamente mais reativo de todos os 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, dessa forma, em conformidade com o valor máximo

estabelecido pela Resolução CONAMA 396/2008. 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.

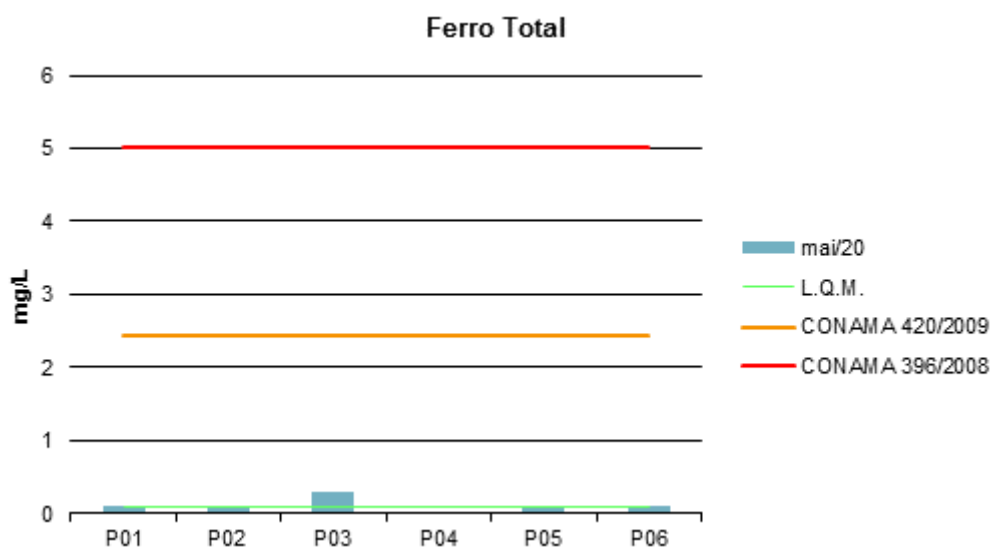


#### 5.1.6. Ferro

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 apresentaram valores em conformidade às legislações (Figura 7).

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



### 5.1.7. Fósforo Total

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de efluentes 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).

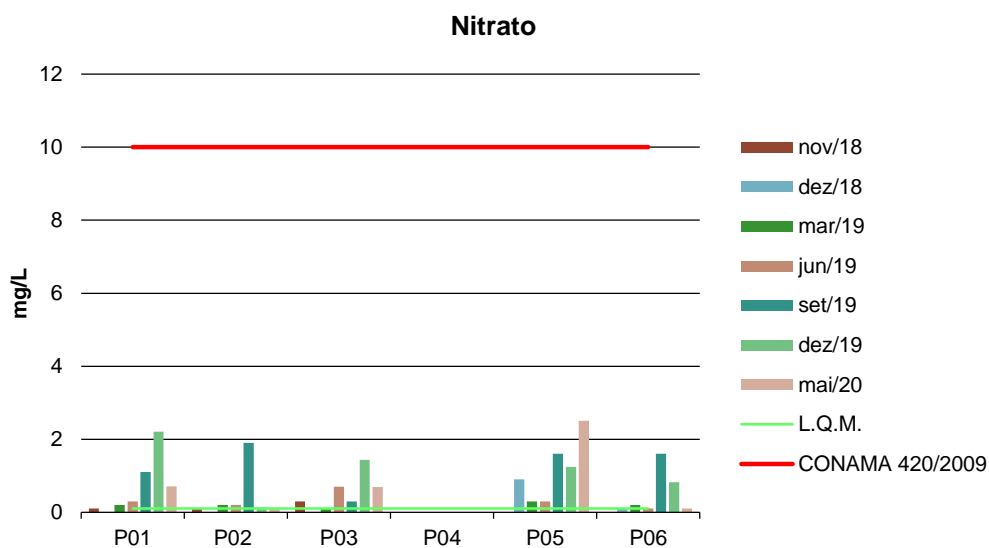
Nas amostras dos poços monitorados, as concentrações obtidas não ultrapassaram 0,42 mg/L. Contudo, as legislações vigentes não estabelecem valores máximos para esta variável.

### 5.1.8. 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. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, e organismos aquáticos, como algas que florescem na presença deles (PHILIPPI, 2004).

Os resultados apresentaram valores inferiores ao limite estabelecido pelas legislações vigentes. A Resolução CONAMA 396/08 estabelece valor máximo de 90 mg/L para Nitrato, não sendo exibido no gráfico da Figura 8 por ser um valor muito acima em relação ao permitido pelo CONAMA 420/09, o que dificultaria a visualização dos resultados.

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

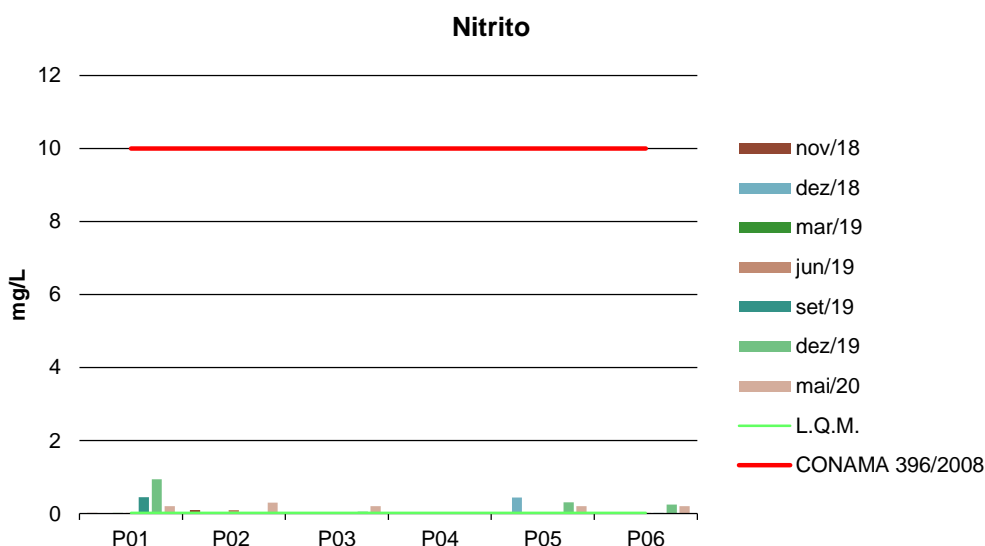


### 5.1.9. Nitrito

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.

Os resultados apresentaram valores em conformidade com a Resolução CONAMA 396/2008 (Figura 9). A CONAMA 420/2009 não estabelece limite máximo permitido para este parâmetro.

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



### 5.1.10. 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 ( $\text{NH}_3$ ).

As Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009 não estabelecem limite máximo permitido para esta variável, os resultados obtidos nas campanhas a partir de novembro de 2018 não ultrapassaram 1,0 mg/L.

#### 5.1.11. 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.

Segundo as Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009, não há limite estabelecido para nitrogênio total e os resultados obtidos não ultrapassaram 26,6 mg/L (P5 em maio de 2020).

#### 5.1.12. 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).



A maior variação de pH foi verificada no P5 entre as campanhas de junho de 2019 (7,76) e maio de 2020 (5,3). As legislações em vigência não estabelecem limite para esta variável.

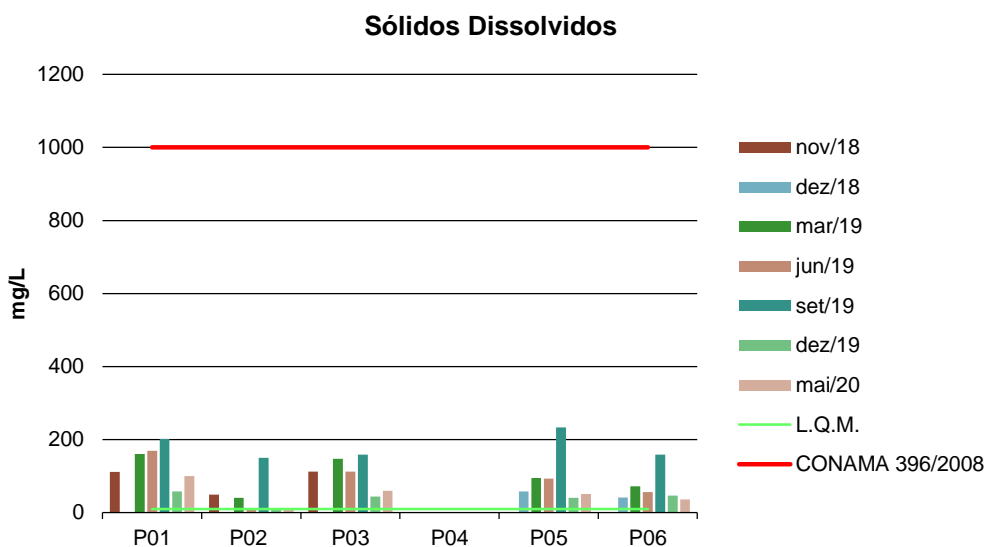
### 5.1.13. Sólidos Totais, Dissolvidos e Voláteis

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 conformidade com a Resolução CONAMA 396/2008 (Figura 10). A Resolução CONAMA 420/2009 não estabelece limite máximo permitido para estes parâmetros, conforme Tabela 3.

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

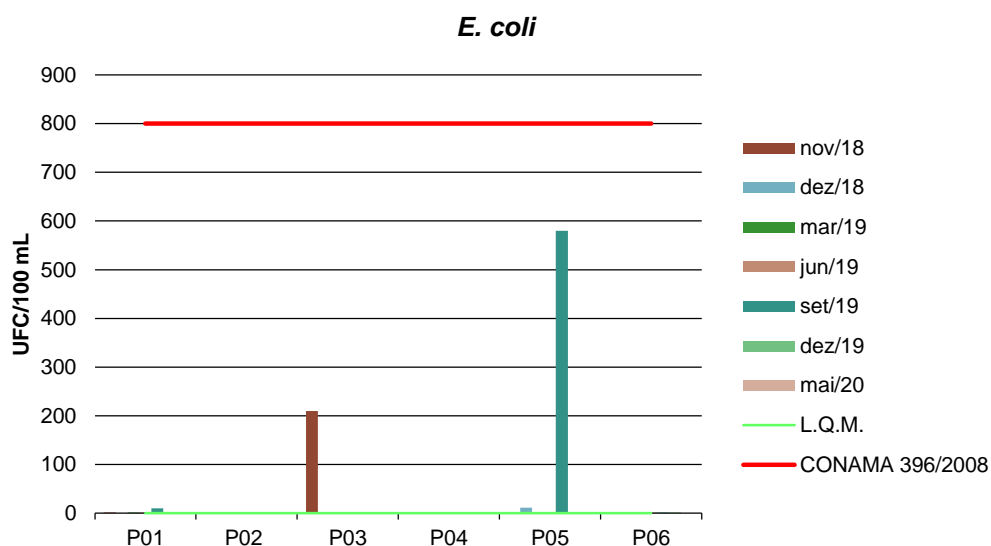


### 5.1.14. *E. coli*

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 a CONAMA 420/2009 não determina limite máximo para este parâmetro (Figura 11). Os resultados encontrados indicaram ausência de crescimento de colônias na maioria das campanhas realizadas, estando em conformidade com as legislações vigentes.

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



## 6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nas campanhas realizadas entre os meses de novembro de 2018 e maio de 2020 na PCH Verde 4, os parâmetros analisados nos poços de monitoramento atenderam aos valores máximos estabelecidos pelas legislações, considerando os limites para proteção das águas subterrâneas descritos nas Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009.

A continuidade do Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea subsidiará as ações da gestão ambiental do empreendimento em questão e fornecerá dados para ações mitigadoras, caso seja 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.

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 – 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: **C8D81582-A0C9-4224-94CB-33D8228370FB**

Data de Emissão: **13/04/2020**

Data de Validade: **12/07/2020**

**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 sitio 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 1067/2020

1. DADOS DA CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1	<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> 570.20
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 58.217'S; 53° 15.947'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	<b>Profissão:</b> Biólogo
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 9:10
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 22,4	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 20,7
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Água subterrânea
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. receb:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
Alcalinidade	mg/L	POP FQ	5,0	9,8	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	9,0	---	400
Condutividade Elétrica	µS/cm	NBR 14340	0,1	124	---	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	149,8	---	---
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	78,2	---	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45	5
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	<0,01	---	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,71	10	90
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	1,00	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	15,26	---	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L	USEPA 6010 C	0,005	14,96	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	15,62	---	---
Ortofosfato	mg/L	SM 4500 P	0,01	<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,5	---	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	5,8	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	100	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	32	---	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	132	---	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	---	---

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
<i>E. Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	800
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	3,0x10 <sup>2</sup>	---	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### 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, 10 de julho de 2020**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1068/2020

1. DADOS DA CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1	<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> 571.20
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 55.039'S; 53° 18.341'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	<b>Profissão:</b> Biólogo
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 10:50
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 27,2	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 24,1
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Água subterrânea
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. receb:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
Alcalinidade	mg/L	POP FQ	5,0	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	4,0	---	400
Condutividade Elétrica	µS/cm	NBR 14340	0,1	14	---	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	<5,0	---	---
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	<2,0	---	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45	5
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,31	---	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10	90
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	0,03	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	0,20	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	14,87	---	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L	USEPA 6010 C	0,005	14,76	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	15,05	---	---
Ortofosfato	mg/L	SM 4500 P	0,01	<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,7	---	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	5,43	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	<10	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	24	---	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	24	---	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	---	---

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
<i>E. Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	800
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	3,0x10 <sup>2</sup>	---	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### 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, 10 de julho de 2020**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1069/2020

1. DADOS DA CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1	<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> 572.20
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 53.728'S; 53° 18.919'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	<b>Profissão:</b> Biólogo
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 7:40
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 24,3	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 13,5
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Água subterrânea
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. receb:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
Alcalinidade	mg/L	POP FQ	5,0	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	4,0	---	400
Condutividade Elétrica	µS/cm	NBR 14340	0,1	92	---	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	157,7	---	---
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	39,1	---	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	0,30	2,45	5
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,17	---	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,69	10	90
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	0,19	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	9,85	---	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L	USEPA 6010 C	0,005	9,71	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	10,30	---	---
Ortofosfato	mg/L	SM 4500 P	0,01	0,07	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,7	---	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	5,70	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	60	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	<10	---	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	68	---	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	---	---

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
<i>E. Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	800
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	3,0x10 <sup>2</sup>	---	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### 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, 10 de julho de 2020**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região







## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1070/2020

1. DADOS DA CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1	<b>CEP:</b> NI
<b>Cidade:</b> Água Clara – MS	<b>Fone:</b> NI

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
<b>Ponto de coleta:</b> P5-Poço de Monitoramento 05	<b>Número de amostra:</b> 574.20
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 56.641'S; 53° 17.813'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	<b>Profissão:</b> Biólogo
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 10:07
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 26,1	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 19,4
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Água subterrânea
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. receb:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
Alcalinidade	mg/L	POP FQ	5,0	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	<3,0	---	400
Condutividade Elétrica	µS/cm	NBR 14340	0,1	76	---	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	<5,0	---	---
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	39,1	---	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45	5
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,42	---	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	2,51	10	90
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	0,25	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	23,20	---	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L	USEPA 6010 C	0,005	23,01	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	26,60	---	---
Ortofosfato	mg/L	SM 4500 P	0,01	0,27	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,8	---	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	5,3	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	51	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	73	---	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	124	---	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	<0,1	---	---

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
<i>E. Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	800
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### 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, 10 de julho de 2020**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### LAUDO ANALÍTICO Nº 1071/2020

1. DADOS DA CONTRATAÇÃO	
<b>Solicitante:</b> PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A.	
<b>CNPJ:</b> 11.151.033/0001-59	<b>Insc. estadual:</b> NI
<b>Endereço:</b> Rodovia MS 245, s/n, km 246,1	<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> 575.20
<b>Coordenada do Ponto:</b> 19° 57.885'S; 53° 18.331'O	
<b>Responsável pela coleta:</b> Allan	<b>Profissão:</b> Biólogo
<b>Data da coleta:</b> 29.05.2020	<b>Hora da coleta:</b> 9:40
<b>Temperatura da amostra (°C):</b> 24,0	<b>Temperatura do ar (°C):</b> 18,8
<b>Condições do tempo:</b> Aberto	<b>Tipo da amostra:</b> Água subterrânea
<b>Data de recebimento:</b> 29.05.2020	<b>Resp. receb:</b> Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
Alcalinidade	mg/L	POP FQ	5,0	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl <sup>-</sup>	SM 4500 B	3,0	<3,0	---	400
Condutividade Elétrica	µS/cm	NBR 14340	0,1	50	---	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	7,6	---	---
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	39,1	---	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45	5
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	0,26	---	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10	90
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	NBR 13796	0,10	<0,10	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	21,64	---	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L	USEPA 6010 C	0,005	21,25	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	21,83	---	---
Ortofosfato	mg/L	SM 4500 P	0,01	0,21	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	6,4	---	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	5,38	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	36	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	<10	---	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	36	---	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	0,97	---	---

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS						
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
<i>E. Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	800
Coliformes Totais	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---	---





## CERTIFICADO DE ANÁLISE

### 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, 10 de julho de 2020**

**Roney A. Gomes**

Químico Responsável  
CRQ 20200002 – XX Região



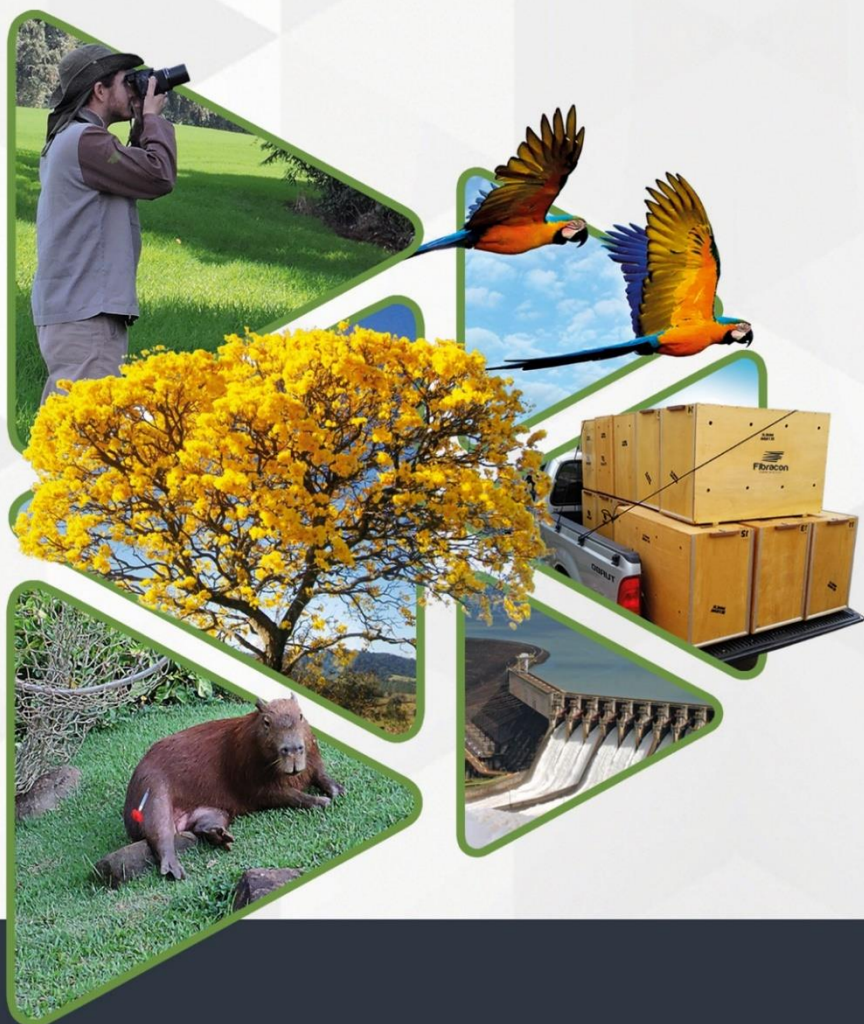
**ANEXO 4**

**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  
Abril de 2020



## EQUIPE TÉCNICA

### DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Savana Geração de Energia S.A.

CNPJ: 1.151.033/0001-59

Endereço: Al. Dr. Carlos de Carvalho, 555, 21º andar, Bairro Centro

Município: Curitiba/PR – CEP: 80.430-180

Telefone para contato: (41) 3321-7100

### DADOS DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Milton Longo (Coordenador e Flora Higrófito)	CRBio: 23.264/01-D
José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador)	CRBio: 18.769/01-D
Fábio Ricardo da Rosa (Zooplâncton e Bentos)	CRBio: 40.701/01-D
Iola Reis Lopes (Fitoplâncton e Perifíton)	CRBio: 064020/01-D
Mariana da Silva Oliveira (Coleta de dados)	CRBio: 120184/01-D
Daniele Louise Cesquin Campos	CRBio: 100.877/01-D

---

## ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO .....	5
2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	5
3. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS .....	7
4. FITOPLÂNCTON .....	10
4.1. Introdução .....	10
4.2. Metodologia .....	11
4.2.1. Coleta de dados .....	11
4.2.2. Análise de dados .....	12
4.3. Resultados e Discussão.....	13
4.3.1. Registros de riqueza e abundância .....	13
4.3.2. Legislação e espécies relevantes .....	21
4.4. Considerações Finais.....	22
5. ZOOPLÂNCTON .....	22
5.1. Introdução .....	22
5.2. Metodologia .....	23
5.2.1. Coleta de dados .....	23
5.2.2. Análise de dados .....	24
5.3. Resultados e Discussão.....	26
5.3.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade .....	26
5.3.2. Histórico de parâmetros monitorados .....	28
5.3.3. Espécies e grupos bioindicadores .....	33
5.4. Considerações Finais.....	34
6. PERIFÍTON.....	35
6.1. Introdução .....	35
6.2. Metodologia .....	35

---

6.2.1. Coleta de dados .....	35
6.2.2. Análise de dados .....	36
6.3. Resultados e Discussão.....	37
6.3.1. Registros de riqueza e abundância .....	37
6.4. Considerações Finais.....	42
7. BENTOS .....	43
7.1. Introdução .....	43
7.2. Metodologia .....	44
7.2.1. Coleta de dados .....	44
7.2.2. Análise de dados .....	45
7.3. Resultados e Discussão.....	47
7.3.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade .....	47
7.3.2. Espécies e grupos bioindicadores .....	54
7.4. Considerações Finais.....	55
8. MACRÓFITAS .....	56
8.1. Introdução .....	56
8.2. Metodologia .....	57
8.2.1. Descrição das áreas amostrais .....	57
8.2.2. Coleta de dados.....	60
8.3. Resultados e Discussão.....	64
8.3.1. Riqueza e abundância.....	64
8.3.2. Resultados Consolidados .....	73
8.4. Considerações Finais.....	78
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
10. ANEXOS .....	88
ANEXO I .....	89

## **1. APRESENTAÇÃO**

O presente documento descreve as atividades realizadas durante as campanhas de monitoramento de macrófitas e comunidades aquáticas (grupos de fitoplâncton, zooplâncton, perifíton e bentos) do primeiro semestre de 2020, realizados no mês de abril, em atendimento a condicionante nº 3 da LO 481/2018, além de comparações com campanhas anteriores (2018 e 2019) realizadas pela empresa Biolaqua Ambiental.

## **2. 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 ao município de Ribas do Rio Pardo. Passando por Ribas do Rio Pardo, na MS - 357, percorrem-se cerca de 112 Km, até o entroncamento, entrando-se a direita na MS-245 segue-se 35 Km, e entrando em uma estrada vicinal percorre-se cerca de 14km até a entrada do empreendimento.

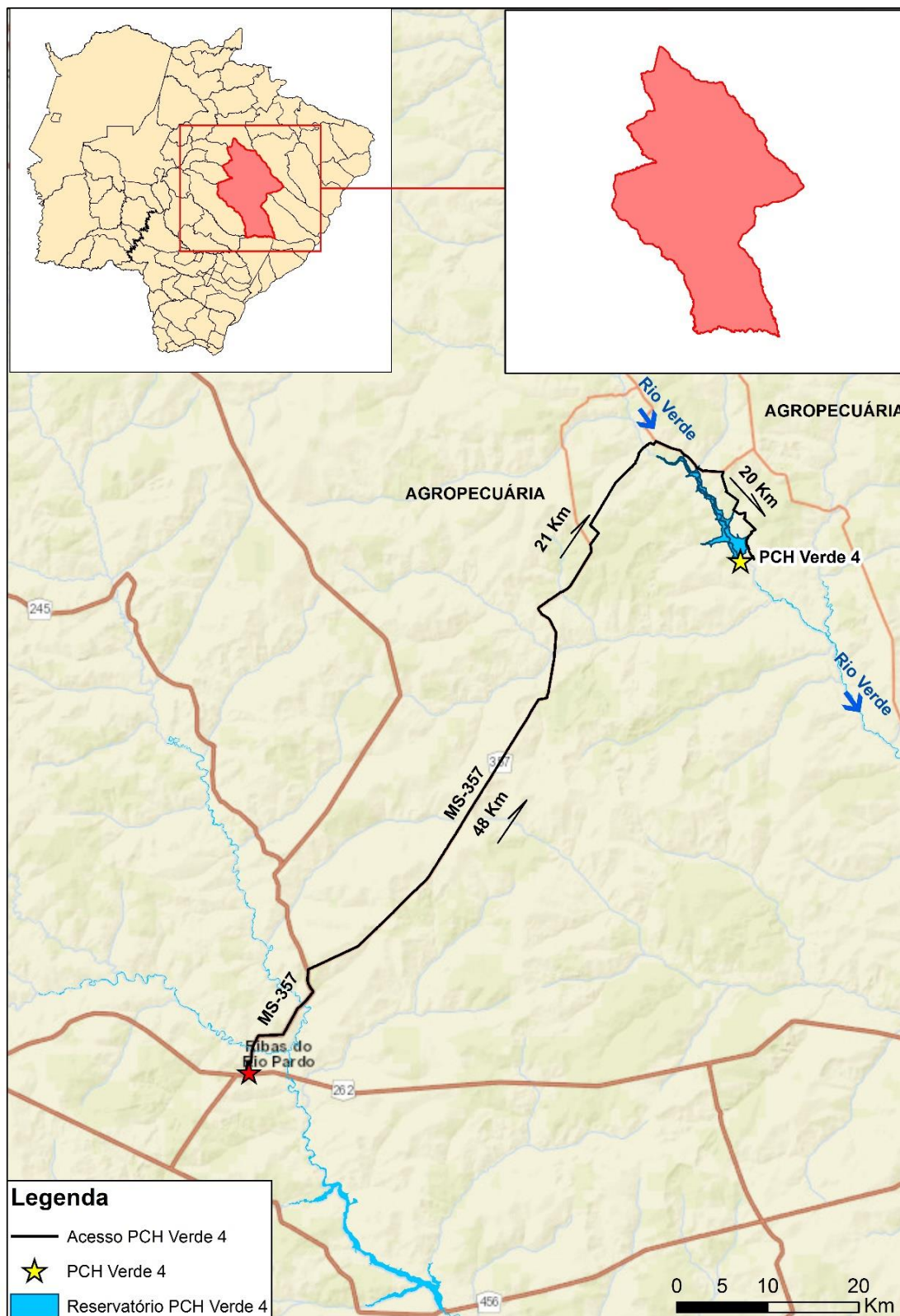


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

### 3. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

As amostragens de comunidades aquáticas são realizadas em quatro estações de estudos, considerando até seis amostras para cada grupo funcional de organismos aquáticos.

Nas estações localizadas a montante e a jusante do reservatório, serão realizadas amostragens semestrais de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos, perifíton e ictiofauna, além de amostragens de ictioplâncton nas estações chuvosas, estas concentradas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A estação a montante representa a estimativa dos parâmetros de controle, sem o efeito do empreendimento, enquanto que a estação a jusante representa as condições limnológicas após a influência do empreendimento.

Além das estações montante e jusante, duas outras estações foram estabelecidas na região mediana do reservatório e próximo ao barramento, no trecho final e profundo do reservatório. Cada uma dessas estações contém dois pontos de amostragens, sendo um litorâneo, outro central, na parte mais profunda do perfil do lago, para amostragem das condições limnéticas à meia-água. Cada uma dessas estações recebe amostragens de fitoplâncton e zooplâncton, além de amostragens macroinvertebrados bentônicos de perifíton no ponto litorâneo.

**Tabela 1.** Coordenadas geodésicas centrais das estações de amostragem no monitoramento das comunidades aquáticas na área da PCH Verde 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
P5S	Transição do reservatório superfície.	19°54'59"S 53°18'37"O	22K 258165mE 7796116mS
P5F	Transição do reservatório profundidade	19°54'59"S 53°18'37"O	22K 258165mE 7796116mS
P6S	Região Limnética Reservatório superfície	19°54'59"S 53°18'37"O	22K 258165mE 7796116mS
P6F	Região Limnética Reservatório profundidade	19°54'59"S 53°18'37"O	22K 258165mE 7796116mS
P07	Jusante Geral	19°58'57"S 53°15'54"O	22K 262993mE 7788851mS



**Montante:** O trecho selecionado está localizado 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. Ambas as amostras de perifíton e fitoplâncton foram obtidas da margem. Coincide com o trecho de jusante do reservatório da PCH Verde 4A.



**Figura 2.** Trecho do rio Verde estudado no monitoramento de comunidades aquáticas a montante da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Abril de 2020

**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 do reservatório, onde o rio originalmente formava corredeiras (Figura 3). Nessa estação as amostras de macroinvertebrados bentônicos e perifíton foram obtidas em vegetação inundada junto à margem do reservatório, enquanto que as amostras de zooplâncton e fitoplâncton sub-superficial (P5S) e em meia profundidade (P5F) foram obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório.



**Figura 3.** Amostragem de zooplâncton na área intermediária do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Abril de 2020.

**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 (Figura 4). Nessa estação as amostras de macroinvertebrados bentônicos e perifíton foram obtidas em vegetação inundada junto à margem do reservatório, enquanto que as amostras de zooplâncton e fitoplâncton sub-superficial (P6S) e em meia profundidade (P6F) foram obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório.



**Figura 4.** Trecho de amostragem na área profunda do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Abril de 2020.

**Jusante Geral:** O trecho selecionado está localizado cerca de um quilômetro a jusante do barramento da PCH Verde 4, em um trecho do rio Verde que corre sobre leito natural (Figura 5) entre as PCHs Verde 4 e a UHE São Domingos. Ambas as

amostras de organismos bentônicos, zooplâncton, perifíton e fitoplâncton foram obtidas da margem.



**Figura 5.** Trecho a jusante do barramento no monitoramento de comunidades aquáticas na PCH Verde 4, Água Clara, MS. Abril de 2020.

## 4. FITOPLÂNCTON

### 4.1. 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 avaliar o seu grau de pureza ou poluição (SCHWOERBEL, 1975 *apud*. BASTOS *et al.*, 2006). O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água baseia-se nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os sistemas hídricos estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos (BASTOS *et al.*, 2006).

A simples mensuração dos níveis de substâncias químicas presentes no ambiente não é suficiente para revelar os reais efeitos adversos da contaminação, tornando-se necessário a avaliação dos efeitos biológicos da contaminação em diversos níveis hierárquicos (ARIAS, 2007).

O enriquecimento de corpos aquáticos com nutrientes essenciais para fotossíntese e metabolismo disponibiliza os elementos necessários para a aceleração do crescimento destes produtores primários. Os efeitos deletérios da eutrofização não são causados diretamente pelas substâncias químicas por si, mas pela resposta dos

organismos aquáticos (particularmente algas) a esses químicos. (KELLY, 2002). Mesmo tendo importante papel no fornecimento de biomassa para a cadeia alimentar, o seu excesso torna-se prejudicial ao ambiente, levando aos problemas relacionados à eutrofização. A alta densidade de algumas espécies pode tornar a água imprópria para diferentes usos ou dificultar seu tratamento prévio. Cianobactérias é um grupo de espécies com maior destaque por sua potencialidade tóxica e letal a animais e ao homem, mas muitos outros prejuízos causados por outras classes fitoplanctônicas são relatados na literatura.

## 4.2. Metodologia

### 4.2.1. 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), Gonzáles (1996), Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), John *et al.* (2003), Sant'Anna *et al.* (2006), Castro & Bicudo (2007) além de artigos científicos de caráter taxonômico.

As amostragens quantitativas foram feitas pelo preenchimento de um frasco de polietileno com água da subsuperfície dos pontos amostrados (Figura 6) enquanto amostras de profundidade foram coletadas com garrafa de Van Dorn. Ambas foram preservadas com lugol acético forte. A densidade fitoplanctônica foi estimada em microscópio invertido, após prévia sedimentação em câmaras de Utermöhl. A contagem foi feita em 50 a 200 campos aleatórios (dependendo da concentração de partículas e organismos da amostra) da câmara e a densidade foi calculada segundo APHA (1985), com utilização da fórmula:

$$D = \frac{C \cdot AT}{Af \cdot F \cdot V}$$

Onde:

D = Densidade em indivíduos por mililitro

C = Número de indivíduos contados

AT = Área do total do fundo da câmara de sedimentação

Af = Área do campo de contagem do microscópio

F = Número de campos contados

V = Volume da amostra sedimentada



O volume celular (biovolume) das espécies de cianobactéria foi calculado através da comparação da forma celular das espécies com figuras geométricas, de acordo com os trabalhos de Sun & Liu (2003) e Olenina *et al.* (2006). Para estimativa de biomassa específica, o biovolume dos indivíduos foi multiplicado pela densidade das espécies de cianobactérias contabilizadas.



**Figura 6.** Coleta de água superficial para o monitoramento de fitoplâncton no reservatório intermediário, PCH Verde 4, rio Verde, Água Clara, MS.

#### 4.2.2. Análise de dados

Os índices de Shannon e equidade foram calculados e gerados com uso do programa Biodiversity Pro utilizando log natural.

Foram consideradas espécies abundantes aquelas com ocorrência numérica maior que o valor médio do número total de indivíduos das espécies em uma amostra e dominantes aquelas com ocorrência numérica maior que 50% do número total de indivíduos das espécies de uma amostra (LOBO & LEIGHTON, 1986).

Os dados de biovolume de cianobactérias foram utilizados para enquadrar os locais de amostragem na Resolução CONAMA 357/2005 e Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 e a densidade e composição para enquadrar no Índice de Comunidade Fitoplanctônica da CETESB.

### 4.3. Resultados e Discussão

#### 4.3.1. Registros de riqueza e abundância

A riqueza regional do trecho monitorado do rio Verde foi de 93 táxons, sendo a maioria das classes Chlorophyceae e Cyanobacteria. Também foram registradas espécies das classes Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae com valores relevantes de riqueza. Com menor número de táxons foram encontradas as classes Chrysophyceae, Dinophyceae, Oedogoniophyceae e Xanthophyceae. A Tabela 2 traz a lista dos táxons por ponto, desta campanha de monitoramento. Comparativamente aos dados das quatro campanhas realizadas entre outubro de 2018 a outubro de 2019 (ANAMBI, 2019), quando foram encontrados 14, 11, 9 e 1 táxons, foram acrescentadas seis novas classes e dezenas de novos táxons à lista de espécies regional.

**Tabela 2.** Abundância (ind/ml) e riqueza (táxons/amostra) das espécies e das classes fitoplancônicas e biovolume de cianobactérias nos pontos na área de influência da PCH Verde 4, Água Clara/MS. NI = não identificado. ? – identificação requer confirmação.

	P04	P5S	P5F	P6S	P6F	P07
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Eunotia</i> sp.						x
<i>Fragilaria delicatissima</i>					x	
<i>Fragilaria</i> spp.		x	x			
<i>Navicula</i> sp.					x	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>						x
<i>Nitzschia</i> spp.						x
<i>Pinnularia</i> sp.	x					
<i>Stenopterobia intermedia</i>			x			
<i>Surirella</i> sp.	x					
Pennales NI	x	x				4
Abundância	0	0	0	0	0	4
Riqueza	3	2	2	0	2	4
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Ankyra juday</i>		x	x	x	x	x
<i>Closteriopsis acicularis</i>					x	
<i>Chlamydomonas</i> spp.		24	4	4	2	13
<i>Chlorella</i> sp.	4		4			
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>			x			
<i>Desmodesmus</i> sp.	4					x
<i>Elakatothrix acuta</i>	x	4	6	4	4	
<i>Golekinia</i> sp.		4				
<i>Kirchineriella irregularis</i>	4	4	6	20	8	11
<i>Monoraphidium circinalis</i>			2			2



Monitoramento de Comunidades Aquáticas: Zoobentos

PCH Verde 4 – Água Clara - MS

Abril de 2020/14/95

	P04	P5S	P5F	P6S	P6F	P07
<i>Monoraphidium contortum</i>	4	16	11	x	2	x
<i>Monoraphidium convolutum</i>			2	4	2	
<i>Monoraphidium griffithii</i>		x		4		4
<i>Monoraphidium komarkovae</i>				x		x
<i>Monoraphidium litorale</i>						2
<i>Monoraphidium tortile</i>		8		4		4
<i>Nephrochlamys</i> sp.	x					
<i>Oocystis</i> spp.			6	8	4	
<i>Pseudodidymocystis fina</i>		4	2			
<i>Scenedesmus acunae</i>	x		6	x	4	x
<i>Scenedesmus disciformis</i>						2
<i>Scenedesmus ecornis</i>		4	x			
<i>Schroederia setigera</i>	8	24	27	32	15	27
<i>Sphaerocystis planctonica</i>				8	15	13
<i>Stauridium tetras</i>		4				
<i>Tetranephris brasiliensis</i>			2	4	2	
<i>Tetrastrum heterachantum</i>					6	
Radiococcaceae NI			4			
Abundância	24	97	84	93	65	78
Riqueza	8	12	16	14	13	14
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>						
<i>Chromulina</i> sp						6
<i>Chrysococcus rufensis</i>						4
<i>Mallomonas</i> spp.	8	16	2	8	2	2
<i>Onchromonas</i> sp.				8		2
Abundância	8	16	2	16	2	15
Riqueza	1	1	1	2	1	4
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>						
<i>Chroomonas acuta</i>	24	93	57	4	8	4
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	4	24	15	4	2	
<i>Cryptomonas curvata</i>		x		4	x	11
<i>Cryptomonas erosa</i>			2			
<i>Cryptomonas marssoni</i>	12	65	72		17	23
<i>Cryptomonas obovata</i>	4	44	46	36	23	19
<i>Cryptomonas</i> spp.		28	4		8	
<i>Rodomonas lacustris</i>		89	63		11	13
Abundância	44	343	260	48	70	70
Riqueza	4	7	7	4	7	5
<b>CYANOBACTERIA</b>						
<i>Anabaena</i> sp.		x	x			
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	24	8	17	16	8	21
<i>Aphanocapsa incerta</i>					x	
<i>Chroococcus minor</i>					x	
<i>Geitlerinema amphibium</i>			x		x	x
<i>Geitlerinema splendidum</i>		x	2			x

Monitoramento de Comunidades Aquáticas: Zoobentos

PCH Verde 4 – Água Clara - MS

Abril de 2020/15/95

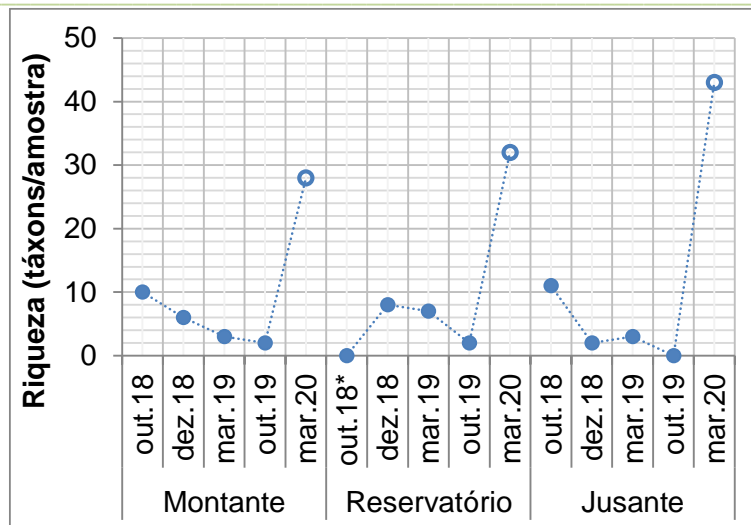
	P04	P5S	P5F	P6S	P6F	P07
<i>Heteroleibleinia</i> sp.					x	
<i>Leptolyngbya</i> sp.	x		x			
<i>Oscillatoria</i> sp.	x				x	
<i>Planktothrix isothrix</i>						x
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	4			x		x
<i>Pseudanabaena catenata</i>				x		
<i>Pseudanabaena galeata</i>		4				
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	x	16	13	x	6	4
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>					x	
<i>Raphidiopsis curvata</i>					x	
<i>Romeria gracilis</i>	12		2			
<i>Romeria victoriae</i>	8	4		4	x	
<i>Snowella atomus</i>		8	6	4		
<i>Synechococcus mudulus</i>	4					
<i>Synechococcus nidulans</i>		4			2	6
<i>Synechococcus sigmoideus</i>						x
<i>Synechocystis</i> sp.		20		4		2
Oscillatoriales NI			x			
Abundância	52	65	40	28	17	34
Riqueza	8	9	9	7	11	9
Biovolume de Cianobactérias (mm3/l)	0,008	0,006	0,006	0,002	0,002	0,003
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>						
<i>Euglena</i> sp.					x	
<i>Lepocinclis acus</i>					x	
<i>Lepocinclis ovum</i>					x	
<i>Phacus agilis</i>	4					
<i>Strombomonas triqueta</i>					2	
<i>Trachelomonas curta</i>				x	x	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	x			x		2
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>						x
Abundância	4	0	0	0	2	2
Riqueza	2	0	0	2	5	2
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>						
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variable</i>	4		x	x	2	x
<i>Closterium gracile</i>	x					
<i>Cosmarium contractum</i>		x				
<i>Cosmarium</i> spp.					2	
<i>Euastrum</i> cf. <i>platycerum</i>					x	
<i>Mougeotia</i> sp.				x		
<i>Staurastrum trifidum</i>						x
Abundância	4	0	0	0	4	0
Riqueza	2	1	1	2	3	2
<b>OUTRAS</b>						
Dinophyceae						
<i>Gymnodinium</i> spp.					2	2

	P04	P5S	P5F	P6S	P6F	P07
<i>Peridinium</i> spp.			x		2	2
Oedogoniophyceae						
<i>Oedogonium</i> sp.						x
Xanthophyceae						
<i>Rhizochloris</i> sp.				x		
Não identificado						
Flagelados	24	24	23	12	6	13
<b>Abundância</b>	24	24	23	12	11	17
<b>Riqueza</b>	0	0	1	1	2	3

Entre outubro de 2018 a outubro de 2019 (ANAMBI, 2019), a amplitude de riqueza encontrada nos pontos amostrados ficou entre 0 a 11 táxons/amostras (Gráfico 1). Considera-se que não havia monitoramento da meia coluna de água nos pontos da região limnética do reservatório (P6F) e nem do trecho de transição lótico-lêntico (P5S e P5F). Já em março de 2020, em todos os pontos amostrados, a riqueza variou entre 28 e 44 táxons/amostra (Tabela 3). O trecho lótico a montante do sistema (P04) foi o menos rico, enquanto a profundidade do reservatório (P6F) e o trecho a jusante do sistema (P07) foram os mais ricos. As classes mais especiosas nos pontos foram em ordem decrescente, Chlorophyceae, Cyanobacteria e Cryptophyceae (Gráfico 3).

**Tabela 3.** Atributos da comunidade fitoplanctônica nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4A, Água Clara/MS, na campanha de março de 2020.

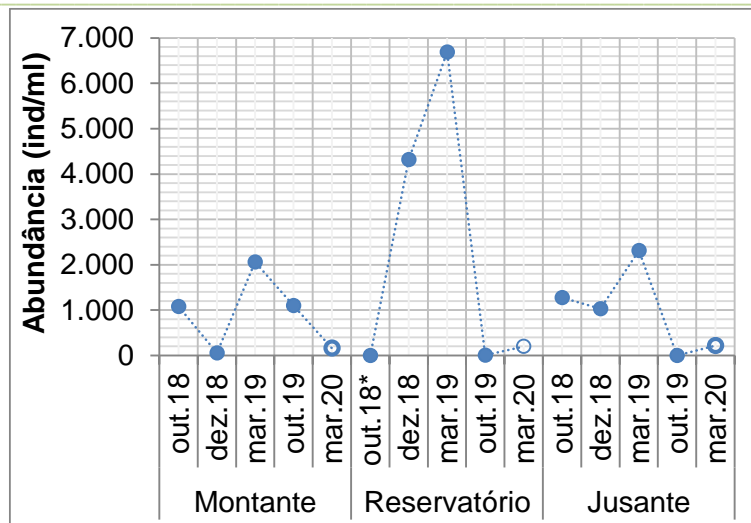
	P04	P5S	P5F	P6S	P6F	P07
Abundância total (ind/ml)	161	545	409	198	171	220
Riqueza total (táxons/amostra)	28	32	37	32	44	43
Shannon (H') (bits/ind)	2,61	2,71	2,63	2,69	2,96	2,93
Equidade (J')	0,90	0,84	0,80	0,88	0,90	0,89



**Gráfico 1.** Compilação dos valores de riqueza (em táxons/amostra) nos pontos de montante, reservatório e jusante na área de influência direta da PCH Verde 4, entre outubro de 2018 a outubro de 2019 (ANAMBI, 2019), representados pelo símbolo ●, e na campanha de março de 2020, representados pelo símbolo ○.

A abundância de organismos teve o menor valor contabilizado no trecho a montante do sistema (P01), igual a 161 ind/ml (Tabela 3). Aqui, as classes Cyanobacteria e Cryptophyceae foram as mais abundantes, seguidas por Chlorophyceae (Gráfico 3). Este trecho foi o mais dissimilar em estrutura e composição do eixo longitudinal do Rio Verde. Segundo ANAMBI, 2019, a abundância no trecho a montante no Rio Verde variava entre 55 a 2.061 ind/ml antes e após o enchimento do reservatório da PCH Verde 4 (Gráfico 2).

O trecho de transição lótico-lêntico teve as maiores densidades registradas entre todas as amostragens, sendo os valores semelhantes na superfície da coluna de água (P5S) e na profundidade dela (P5F) (Tabela 3). Em ambos também ocorreu dominância da classe Cryptophyceae (Gráfico 3), com destaque para *Chroomonas acuta*, *Rodomonas lacustris* e para espécies do gênero *Cryptomonas*, consideradas abundantes (Tabela 4).



**Gráfico 2.** Compilação dos valores de abundância (em táxons/amostra) nos pontos de montante, reservatório e jusante na área de influência direta da PCH Verde 4, entre outubro de 2018 a outubro de 2019 (ANAMBI, 2019), representados pelo símbolo ●, e na campanha de março de 2020, representado pelo símbolo ○.

No reservatório, os valores de abundância foram menores que o trecho anterior, com pouca diferença entre a densidade nas camadas superficial (P6S) e profunda (P6F) (Tabela 3). A classe Chlorophyceae teve maior representatividade numérica na comunidade da camada superficial da coluna de água (P6S) (Gráfico 3), sendo *Kirchineriella irregularis* e *Schroeteria setigera* consideradas abundantes (Tabela 4). No entanto, também se destacou como abundante *Cryptomonas obovata*, fazendo de Cryptophyceae a segunda classe mais abundante. Na camada mais profunda da coluna de água do reservatório (P6F) as duas classes anteriores tiveram abundância relativa semelhante além de várias espécies do gênero *Cryptomonas* sendo classificadas como abundantes.

Comparando-se aos valores de abundância no período pós enchimento (ANAMBI, 2019), pode-se observar que ocorreu uma redução significativa da densidade já a partir de outubro de 2019 (Gráfico 2). A abundância total na superfície do reservatório nas duas campanhas após o enchimento chegou aos valores de 4.321 ind/ml em dezembro de 2018 e a 6.688 ind/ml em março de 2019, provavelmente resultado da disponibilidade de nutrientes proveniente da inundação e decomposição da matéria orgânica.

O trecho lótico a jusante do barramento (P07) apresentou a estrutura da comunidade muito mais semelhante à camada profunda do reservatório (P6F) que à comunidade

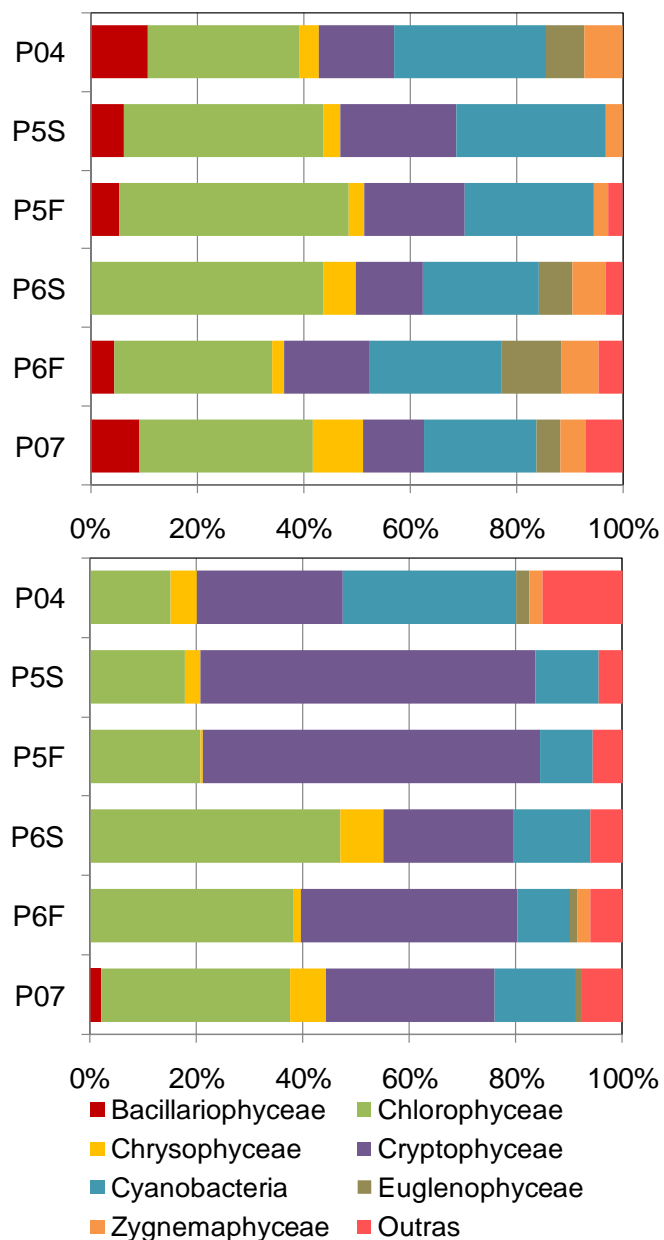
do trecho lótico a montante do sistema (P04) (Gráfico 3) Gráfico 2. A densidade foi ligeiramente maior a jusante que a montante (Tabela 3), mas as espécies abundantes foram as mesmas das do reservatório (P6F) (Tabela 4). Esse é um indicativo da influência do reservatório por um longo trecho depois da liberação da água. Em situações de alteração da qualidade da água do reservatório ou floração de algas, o trecho abaixo do barramento que também seria afetado corresponde à distância entre esses dois pontos de amostragem.

Esta influência do reservatório sobre o trecho lótico a jusante pôde também ser observada na abundância de ANAMBI (2019), com altos valores de abundância ocorrendo entre outubro de 2018 a março de 2019 e posteriormente, a redução acompanhando o resultado do reservatório, em outubro de 2019 (Gráfico 2).

Em nenhuma das comunidades analisadas foi diagnosticado dominância de espécies, mas todos os pontos apresentaram espécies co-abundantes (Tabela 4). Apesar de serem considerados abundantes por causa do maior valor relativo de densidade, os valores absolutos de todos os organismos encontrados foram muito baixos, não sendo esta classificação um sinal de alteração das comunidades ou dos ambientes.

Os valores de diversidade de Shannon calculados para os ambientes amostrados variou entre 2,61 e 2,96 bits/ind (Tabela 3). A equidade foi alta em todos os locais, com valores entre 0,80 a 0,90, indicando equilíbrio na estrutura da comunidade fitoplanctônica.





**Gráfico 3.** Valores de abundância relativa das classes fitoplantônicas na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

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

Táxons	P04	P5S	P5F	P6S	P6F	P07
<i>Chlamydomonas</i> spp.		A				A
<i>Kirchneriella irregularis</i>				A	A	A
<i>Schroederia setigera</i>		A	A	A	A	A
<i>Sphaerocystis planctonica</i>					A	A
<i>Chroomonas acuta</i>	A	A	A		A	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>		A				
<i>Cryptomonas curvata</i>						A
<i>Cryptomonas marssonii</i>	A	A	A		A	A
<i>Cryptomonas obovata</i>		A	A	A	A	A
<i>Cryptomonas</i> spp.		A			A	
<i>Rodomonas lacustris</i>		A	A		A	A
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	A		A	A	A	A
<i>Romeria gracile</i>	A					
Flagelados	A	A	A	A		A

#### 4.3.2. Legislação e espécies relevantes

Seguindo o índice de comunidade fitoplanctônica (ICF) da CETESB desenvolvido para reservatórios, os valores de abundância de organismos enquadraram os pontos amostrados como qualidade boa, com densidade menor que 1000 ind/ml.

Os limites para a concentração do biovolume de cianobactérias da Resolução CONAMA nº 357/2005 e Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 não foram alcançados em nenhum dos trechos amostrados, tendo sido encontrados valores entre 0,002 e 0,008 mm<sup>3</sup>/l (Tabela 3), permitindo o enquadramento na classe I, seguindo a primeira legislação.

Fizeram-se presentes gêneros de cianobactérias com potencial de formar florações e de produzirem cianotoxinas em caso de alteração do estado trófico dos corpos de água, tais quais *Anabaena*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Geitlerinema*, *Leptolyngbya*, *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Planktolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Raphidiopsis*, *Romeria*, *Synechococcus* e *Synechocystis* (CHORUS & BARTRAM, 1999; FUNASA, 2003; SANT'ANNA et al., 2006) (Tabela 2). Contudo todas as espécies de cianobactéria encontradas apresentaram baixos valores de densidade absoluta, não sendo considerado impacto ou alteração ambiental.

#### 4.4. Considerações Finais

O reservatório da PCH Verde 4 configurou-se oligotrófico, em razão das baixas abundâncias em todo o eixo longitudinal do empreendimento. A predominância das classes Chlorophyceae e Cryptophyceae sugerem recentes alterações hidrológicas no reservatório já que ambas as classes são consideradas C-estrategistas, de pequenas dimensões e alta taxa de reprodução, que se estabelecem antes de outras classes após o início de uma nova condição hidrodinâmica (REYNOLDS 1997).

O trecho do Rio Verde a jusante do reservatório sofre influência da passagem da água pelos reservatórios, já que, comparando-se ao trecho do rio a montante do empreendimento da PCH Verde 4A (P01) e jusante da PCH Verde 4 (P07), os dois apresentam configurações bem diferenciadas. Ainda, comparando-se a estrutura da comunidade do reservatório com a do trecho a jusante, a similaridade torna-se alta. Essa modificação da qualidade da água é normal e esperada no funcionamento de reservatórios. Por isso deve-se prevenir deterioração da água, reduzindo assim os potenciais impactos abaixo do reservatório.

### 5. ZOOPLÂNCTON

#### 5.1. 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 protozoários unicelulares, pequenos rotíferos multicelulares, até microcrustáceos e pequenas larvas de insetos. As tecamebas são os protozoários mais comuns em água doce, recobertos por uma carapaça, e que apresentam registros de pelo menos 138 táxons em MS (ROSA *et al.* 2017). Rotíferos são um filo de pequenos animais com cílios móveis que servem para natação e abduzir alimento até a boca, com pelo menos 364 espécies em MS (ROCHE & SILVA, 2017). Há três grupos de microcrustáceos: Conchostraca (uma espécie em MS), Copepoda e Cladocera. Copépodos têm corpo segmentado, pernas, antenas e outros apêndices semelhantes a camarões, mas com tamanho milimétrico, e 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, respondem rapidamente a mudanças ambientais. O zooplâncton é reconhecido como indicador da qualidade da água em reservatórios (CETESB, 2006).

Os objetivos desta etapa do monitoramento do zooplâncton são:

- Fazer o levantamento das espécies presentes no período da campanha;
- Calcular os principais atributos das comunidades aquáticas dos pontos monitorados, tais quais abundância total e relativa, riqueza total e relativa, índice de diversidade de Shannon e equidade;
- Apresentar espécies ou grupos bioindicadores e discutir os fatores ambientais relacionados;
- Apresentar comparação da campanha com o histórico de monitoramento.

## 5.2. Metodologia

### 5.2.1. Coleta de dados

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

Em cada ponto de monitoramento, a cada campanha, 100 litros de água são filtradas em rede de plâncton com 68  $\mu\text{m}$  de abertura da malha, para obter amostras concentradas (Figura 7). 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.



**Figura 7.** Coleta de amostra de zooplâncton na área limnética do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Abril de 2020.

Em laboratório as amostras passam por análises quantitativas e qualitativas. Para as análises quantitativas, a amostra é homogeneizada e são retiradas pelo menos duas sub-amostras de 1ml para análise sob microscópio em câmara quadriculada de Sedgewick-Rafter. Para as análises qualitativas também é utilizada câmara de Sedgewick-Rafter, porém a sub-amostra é obtida sem homogeneização, pipetando o fundo do recipiente da amostra, obtendo um concentrado decantado das partículas e animais, depois de realizadas as análises quantitativas.

Organismos tipicamente zooplanctônicos são identificados até o nível de espécie sempre que possível. Para a identificação, estão disponíveis chaves taxonômicas específicas e bibliografia de caráter taxonômico tais como Koste (1978), Reid (1985), Segers (1995), Elmoor-Loureiro (1997), Silva (2003) e Alves *et al.* (2007). Organismos acidentais na coluna de água, como larvas bentônicas de insetos são identificados em nível de família ou ordem.

### 5.2.2. Análise de dados

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

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

Onde:

- "n" é o número indivíduos da espécie contados nas análises quantitativas;
- "Vfrasco" é o volume da amostra preservada em formaldeído 4 %;
- "Vfiltrado" é o volume de água filtrado em rede de 68 µm a campo (360 l);

---

- "Vanalisado" é o volume de sub-amostras qualitativas analisado sob microscópio (1ml por câmara de Sedgewick-Rafter).

A riqueza de espécies considera o número total de espécies detectadas nas análises qualitativas e quantitativas.

Os Índices de diversidade de Shannon e de Equidade de Pielou são comuns na literatura técnico/científica, assim podem ser úteis para fornecer parâmetros comparáveis ao longo do monitoramento ou com outras bacias fora da área do empreendimento. O índice de Shannon (SHANNON, 1948) deve ser calculado segundo a fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

Onde  $p_i = n_i/N$ , sendo  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  e  $N$  = número total de indivíduos da amostra, ou seja, proporção relativa de cada espécie pelo total de indivíduos da amostra.

A equidade de *Pielou* para a amostra foi calculada pela fórmula:

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

Onde  $H'$  é o índice de *Shannon* e  $\ln S$  é o logaritmo natural do número de espécies registradas (MAGURRAN, 1988).

Além dos índices de diversidade, equidade, da riqueza de espécies e da densidade taxonômica, a composição do zooplâncton é importante para bioindicação, especialmente a proporção entre alguns grupos. A proporção mais importante no biomonitoramento de zooplâncton em reservatórios é a relação entre densidade de microcrustáceos do grupo Calanoida e do grupo Cyclopoida (CETESB, 2006). Essa proporção gera o índice parcial da comunidade zooplanctônica, que ainda depende de variáveis como Clorofila-a para, presença de 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.



### **5.3. Resultados e Discussão**

#### **5.3.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade**

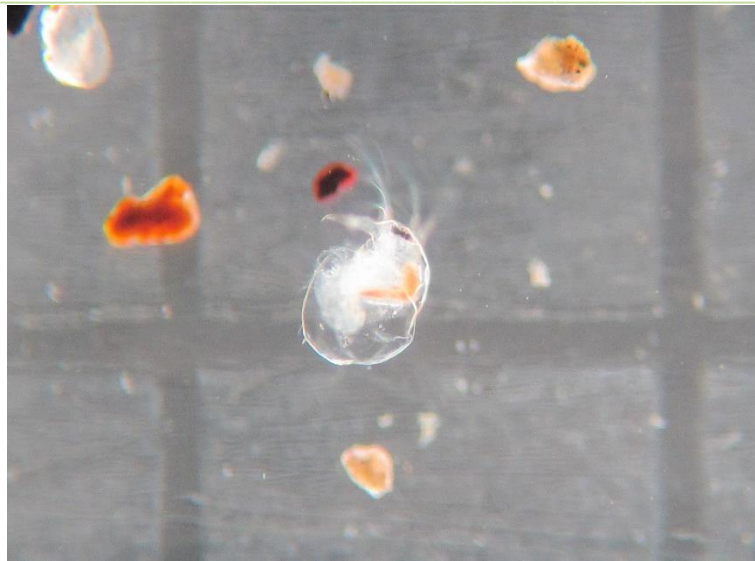
Na campanha realizada em abril de 2020 registramos 14 formas ou táxons, com densidade de 4688 indivíduos por metro cúbico de água nas amostras de zooplâncton (Tabela 5).

Houve registro dos principais grupos esperados na composição do zooplâncton dulcícola, com boa representatividade de microcrustáceos Cladocera (Figura 8), microcrustáceos Copepoda e Rotifera (Figura 9), mas sem registros de protozoários (Tabela 5).

Houve boa distribuição da abundância relativa entre os táxons nesta campanha, sem a presença de espécie dominante, resultando em valor do índice de equidade de Pielou de 0,88 (numa escala de zero a um), relativamente elevado. A combinação entre a riqueza de espécies registrada e equidade relativamente alta resultou em índice de diversidade de Shannon de 2,26.

Os grupos mais abundantes nesta campanha foram Cladocera (54% da abundância), Copepoda (34%), e Rotifera (12%), sem registros, por hora, de organismos bentônicos e protozoários.

As amostras obtidas à meia-profundidade no reservatório, tanto na transição fluvial-limnética, como na área limnética, apresentaram representatividade zooplânctônica inferior às amostras de sub-superfície (Tabela 5), indicando concentração da produtividade zooplânctônica nos metros superficiais do reservatório, com baixo revolvimento da coluna de água nesta campanha.



**Figura 8.** Exemplar de *Bosminiopsis deitersi* (microcrustáceo Cladocera) registrado a montante da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fotografia em microscópio com ampliações de 40 vezes, com iluminação por campo escuro. Abril de 2020



**Figura 9.** Exemplar de *Hexarthra mira* (Rotifera) registrado no reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fotografia em microscópio com ampliação de 200 vezes e iluminação por campo escuro. Abril de 2020

### 5.3.2. Histórico de parâmetros monitorados

No histórico de monitoramento de zooplâncton na área da PCH Verde 4 há consideráveis mudanças metodológicas. Na campanha de outubro de 2018 houve coleta e análise apenas a montante e jusante do empreendimento, configurando o pré-enchimento. No pós-enchimento, campanhas de dezembro de 2018 e março de 2019, ocorreu monitoramento à montante, à jusante e no trecho limnético do reservatório, próximo ao barramento. A mesma configuração de amostragens foi repetida na campanha de outubro de 2019, última relatada por BIOLÁQUA (2020), já na fase de operação do empreendimento. Realizamos, a seguir, na campanha de maio de 2020, coleta e análises de amostras superficiais nos pontos montante, transição fluvial-limnética do reservatório, região limnética do reservatório e jusante, além de amostragens à meia-profundidade na transição fluvial-limnética do reservatório e na região limnética do reservatório (Tabela 5). Para as próximas etapas do monitoramento, serão mantidos todos os pontos, pontos montante, transição fluvial-limnética do reservatório, região limnética do reservatório e jusante, mas sem réplicas de amostragens à meia-profundidade.

Para comparação no histórico de dados, os pontos montante, bem como os pontos de jusante são comuns tanto à BIOLÁQUA (2020) como à FIBRACON (2020). 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 desta campanha.

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 abundante (Tabela 5). Desde o pós-enchimento até a campanha de outubro de 2019, Rotifera passou a ser o grupo mais importante na composição do zooplâncton, com boa representatividade de microcrustáceos Copepoda e Cladocera e baixa abundância relativa de protozoários e organismos bentônicos (Tabela 5). Nesta campanha houve maior importância de cladóceros e copépodos, queda na representatividade de rotíferos e ausência de registros de protozoários (Tabela 5).

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

**Tabela 5.** Táxons registrados, suas densidades (organismos por metro cúbico) em cada ponto de amostragens e índice parcial da comunidade Zooplanctônica (ICZp), nas diferentes etapas do monitoramento na área da 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			Mai.2020					
		Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório - superfície	Transição do reservatório - meia-prof.	Região limnética do reservatório - superfície	Região limnética do reservatório - meia-prof.	Jusante
Táxons ↓	Pontos →																		
<b>ROTIFERA</b>																			
Ovo Rotifera															520				
Bdelloidea			1180	1346															
<b>Brachionidae</b>																			
<i>Brachionus falcatus</i>					15577	3615													
<i>Keratella americana</i>									1692										
<i>Keratella cochlearis</i>										1173									
<b>Collothecidae</b>																			
<i>Collotheca</i> sp.									5077	1173		1635							
<b>Conochilidae</b>					1558														
<i>Conochilus coenobasis</i>												20308							
<b>Gastropodidae</b>																			
<i>Asocomorpha</i> sp.												2558							
<b>Hexarthridae</b>																			
<i>Hexarthra mira</i>															1040		1250		
<i>Hexarthra</i> sp.						18692					3519	3837							
<b>Lecanidae</b>																			
<i>Lecane</i> sp.						1558													
<i>Monostyla</i> spp.						6231	1808		1846	1692									
<b>Lepadellidae</b>																			
<i>Lepadella</i> sp.				1346															
<b>Synchaetidae</b>																			
<i>Polyarthra</i> sp.						3115	1808			5077					1279				
<b>Testudinellidae</b>																			
<i>Testudinella</i> sp.						1558													
<b>Trochosphaeridae</b>																			



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 o esperado, a representatividade de Cladocera foi maior no reservatório e à sua jusante (Tabela 5), ambientes onde a produtividade planctônica permite o estabelecimento de cadeia alimentar mais complexa.

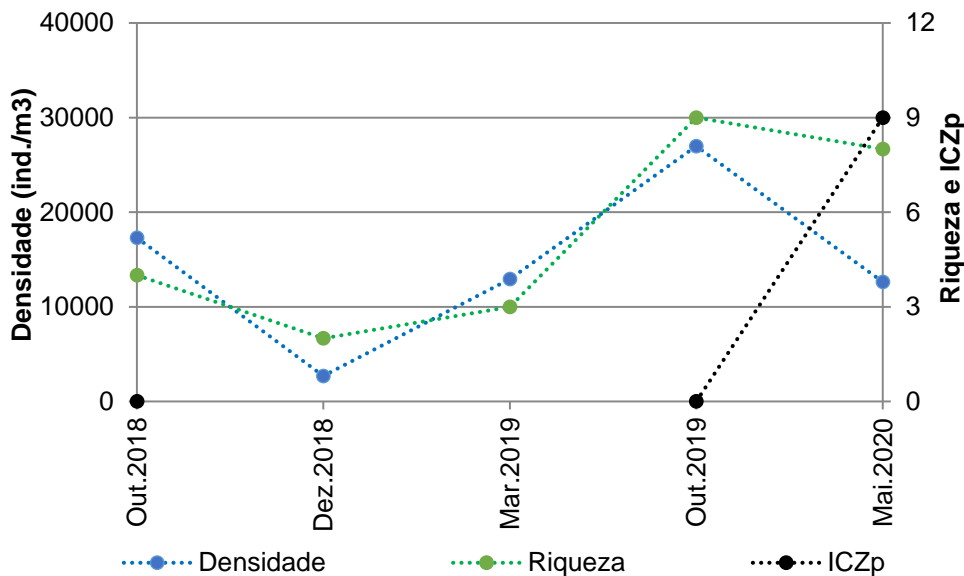
Microcrustáceos Copepoda também dependem de cadeia alimentar mais complexa, e foram registrados em todas as campanhas e em quase todas as amostras (Tabela 5). A variação na proporção entre os sub-grupos Calanoida e Cyclopoida variou intensamente entre pontos e entre campanhas, conforme o estado trófico do ambiente, o que é aproveitado na bioindicação de qualidade da água, como tratado no tópico seguinte.

As amostras do ponto a montante apresentaram valores de riqueza taxonômica e densidade zooplanctônica menores que a região limnética do reservatório e que o ponto a jusante, no período pós-enchimento (Tabela 5). Esse local, concomitantemente montante para a PCH Verde 4 e jusante para a PCH Verde 4A recebe desta última organismos planctônicos à deriva e água com níveis de nutrientes que refletem a qualidade ambiental de toda a bacia e também do reservatório a montante. Recentemente houve incremento de representatividade do zooplâncton, acompanhado de flutuações no ICZp (Gráfico 4). A partir de dados apresentados por BIOLÁQUA (2020), foram calculados valores zero (excessivamente baixo) para ICZp nas campanhas de outubro de 2018 e outubro de 2019 (Gráfico 4), enquanto nas campanhas de dezembro de 2018 e março de 2019 não houve representatividade de Copepoda suficiente para o cálculo de ICZp. Indiretamente, FIBRACON (2020) apresentando dados sobre jusante da PCH Verde 4A que, novamente, é concomitantemente área a montante da PCH Verde 4, registrou valor de ICZp 2,0 (próximo ao ideal, que é entre 1 e 2) em outubro de 2019 para o local. Isso indica um aumento gradativo da importância de microcrustáceos Calanoida na comunidade, pois nesta campanha, maio de 2020, registramos valor 9,0 (excessivamente alto) de ICZp (Gráfico 4).

Na transição fluvial-limnética do reservatório da PCH Verde 4, onde o monitoramento foi iniciado apenas nesta campanha, registramos densidade relativamente baixa e riqueza taxonômica intermediária em comparação aos demais pontos e campanhas,

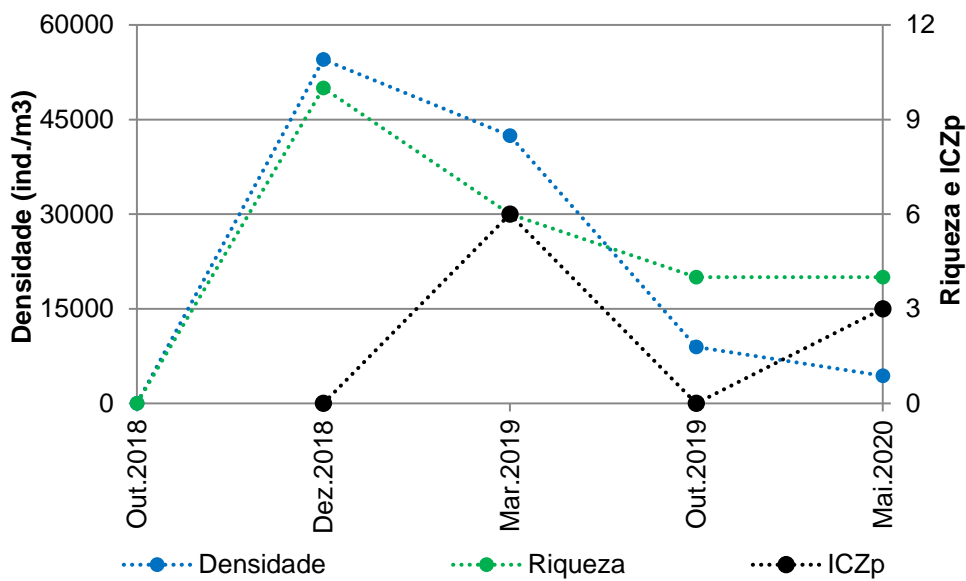


com os registros de microcrustáceos Calanoida, mas sem registros de Cyclopoida, resultando em ICZp desfavorável.

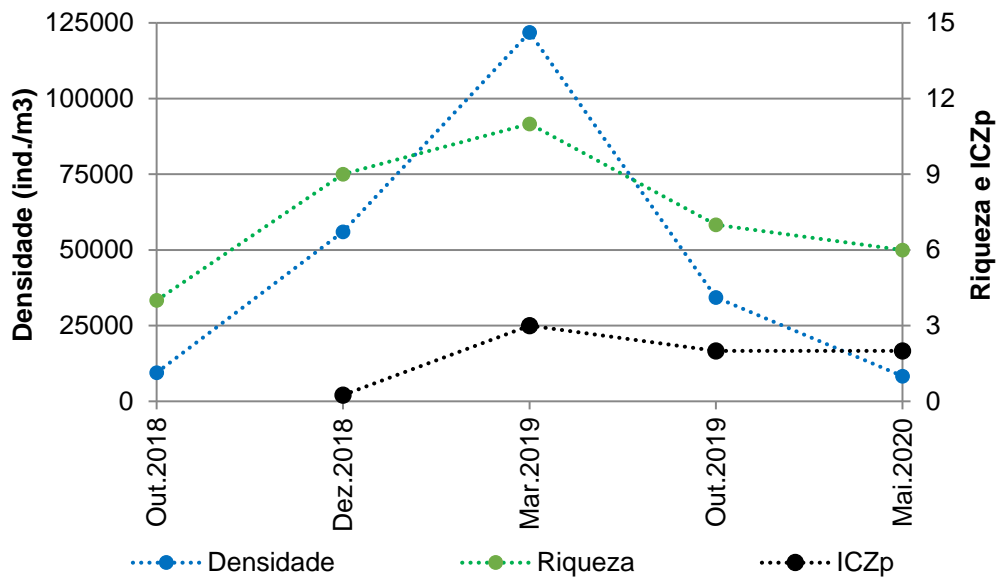


**Gráfico 4.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento à montante da PCH Verde 4.

As amostras da área limnética do reservatório apresentaram, no histórico, alta inicial entre o pré-enchimento (outubro de 2018) e o pós-enchimento (dezembro de 2018 e março de 2019), com diminuição desses parâmetros em outubro de 2019 (fase de operação) para valores muito semelhantes à campanha atual (Gráfico 5). A amostras a jusante seguiram o mesmo padrão geral no decorrer do histórico de monitoramento (Gráfico 6), porém com ICZp muito mais estável (e próximo aos valores ideais) à jusante (Gráfico 6) em comparação ao à área limnética do reservatório (Gráfico 5).



**Gráfico 5.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento da área de limnética do reservatório da PCH Verde 44.



**Gráfico 6.** Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento à jusante da PCH Verde 4.

### 5.3.3. Espécies e grupos bioindicadores

O principal bioindicador zooplancônico de estado trófico e da qualidade da água em reservatórios considera as proporções entre os grupos taxonômicos para compor o índice da comunidade zooplancônica (CETESB, 2006). A proporção entre a

abundância de Calanoida/Cyclopoida é o componente biológico do índice da comunidade zooplanctônica parcial (ICZp), sendo o ideal entre 1 a 2.

Todas as estações de monitoramento apresentaram amostras com maior densidade de microcrustáceos Calanoida em relação a microcrustáceos Cyclopoida (Tabela 5), com densidade geral zooplanctônica baixa, indicando ambientes oligotróficos a mesotróficos, que significam baixa produtividade planctônica e boa qualidade da água. Os valores de ICZp foram ruins à montante (valor 9, excessivamente alta abundância relativa de Calanoida) e transição fluvial-limnética do reservatório (valor zero, ausência de Cyclopoida), próximos ao ideal na área limnética do reservatório (valor 3) e dentro da variação ideal (entre 1 e 2) à jusante. Isso pode indicar melhora da qualidade da água durante o fluxo no eixo de montante a jusante da PCH Verde 4.

Nesta campanha foram registrados todos os principais grupos de organismos esperados, exceto protozoários Tecamebas. Como este grupo é beneficiado pela sedimentação e assoreamento dos ambientes, a baixa representatividade de tecamebas pode ser também um bom indicador para o período da campanha.

A presença e representatividade de algumas espécies de microcrustáceos Cladocera e de Rotifera também podem ser consideradas individualmente em bioindicação. Nesse paralelo, ocorreram registros de *Bosminiopsis deitersi*, espécie de microcrustáceo Cladocera, comum em reservatórios meso-eutróficos. Caso a densidade dessa e outras espécies bioindicadoras aumente nas amostras das próximas campanhas, podem representar fatores a considerar na estimativa da qualidade da água dos ambientes utilizando o zooplâncton.

É importante cruzar estas observações com outros parâmetros, como clorofila-a (parâmetro de análises físico-químicas de qualidade da água) e bioindicação por outras comunidades de organismos aquáticos.

#### 5.4. Considerações Finais

O registro de densidade zooplanctônica intermediária a baixa, com altos valores da proporção entre Calanoida/Cyclopoida próximas à ideal na área limnética do reservatório e à jusante do empreendimento, que são bons indicadores iniciais sobre a qualidade ambiental.

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

O conjunto desses parâmetros indica, condições oligotróficas a mesotróficas, com boa qualidade da água, além de possível melhora na qualidade da água no eixo montante-jusante do empreendimento.

## **6. PERIFÍTON**

### **6.1. 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).

### **6.2. Metodologia**

#### **6.2.1. 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>.

As análises qualitativas foram feitas com uso de lâmina e lamínula em microscópio para levantamento da composição da comunidade. Como riqueza taxonômica foi considerada o número de espécies presente em cada amostra, encontrada nas análises qualitativa e quantitativa.

Para identificação das algas e cianobactérias foram utilizadas literaturas especializada, tais como Tell & Conforti (1986), Bicudo & Menezes (2006), Bourrelly (1981, 1985, 1988), Komárek & Fott (1983), Gonzales (1996), Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), Franceschini (2003), Ludwig & Tremarin (2003), Sant'Anna *et al.* (2006), Castro & Bicudo (2007) além de artigos científicos de caráter taxonômico. A identificação dos animais perifíticos foi realizada com base em Koste (1978), Reid (1985), Segers (1995), Elmoor-Loureiro (1997), Silva (2003), Alves *et al.* (2007), Oliveira & Haridoim (2010), Silva & Matsumura-Tudinsi (2011), Souza-Soares *et al.* (2011) dentre outros.

### **6.2.2. Análise de dados**

O Índice de Shannon e a equidade foram calculados com uso do programa Biodiversity Pro, com uso de logaritmo natural. Também foi usada uma análise de Bray-Curtis para quantificação da similaridade entre as comunidades dos pontos amostrados, considerando abundância e presença/ausência de espécies

Foram consideradas espécies abundantes aquelas com ocorrência numérica maior que o valor médio do número total de indivíduos das espécies em uma amostra e dominantes aquelas com ocorrência numérica maior que 50% do número total de indivíduos das espécies de uma amostra (LOBO & LEIGHTON, 1986).

## 6.3. Resultados e Discussão

### 6.3.1. Registros de riqueza e abundância

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

A comunidade perifítica do trecho sob influência direta da PCH Verde foi majoritariamente composta por espécies das classes Cyanobacteria e Chlorophyceae, com 36 e 21 táxons, respectivamente. Ainda ocorreram 14 táxons de Bacillariophyceae, 12 táxons de Zygnemaphyceae, além de Chrysophyceae, Euglenophyceae e Oedogoniophyceae, com 5 táxons ao todo. Os metazoários que ocorreram nesta campanha de março de 2020 foram Tecameba, Rotifera, Protozoa, Cladocera, Nematoda além de estruturas de reprodução, como ovos, cistos e larvas (Tabela 6).

**Tabela 6.** Abundância (ind/cm<sup>2</sup>) e riqueza (táxons/amostra) das espécies e das classes perifíticas nos pontos na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de março de 2020. NI = não identificado. ? – identificação requer confirmação.

	Ponto 04	Ponto 5S	Ponto 6S	Ponto 07
<b>Grupos Animais</b>				
<i>Cryptodiffugia</i> sp.				346
<i>Diffugia</i> spp.		1.921		
<i>Lesquereusia</i> sp.		480		
<i>Meisterfeldia</i> sp.		480		
Tecameba NI		961		173
<i>Bdelloidea</i> sp.		961		
Protozoa NI		2.402	2.463	3.285
Cladocera NI		480		
Nematoda NI				346
Larva de Chironomidae				346
Ovo Rotifera				519
Ovos Metazoários	603	4.803	13.016	692
Abundância	603	12.488	15.479	5.706
Riqueza	1	8	2	7
<b>Bacillariophyceae</b>				
<i>Amphora</i> sp.			352	
<i>Cymbella</i> sp.		480	704	173
<i>Encyonema</i> sp.		480		
<i>Eunotia flexuosa</i>				173
<i>Eunotia</i> spp.	603	1.441	1.055	1.037
<i>Fragilaria ulna</i>		961		



Monitoramento de Comunidades Aquáticas: Zoobentos

PCH Verde 4 – Água Clara - MS

Abril de 202038/95

<i>Fragilaria</i> sp.	603	18.733	704	173
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.206	24.977	352	1.729
<i>Gomphonema</i> spp.		10.567		692
<i>Navicula</i> spp.			1.407	346
<i>Nitzschia</i> sp.			352	
<i>Pinnularia</i> sp.				173
Centrales NI		480		
Pennales NI	1.809	3.362	20.052	1.210
Abundância	4.222	61.481	24.978	5.706
Riqueza	4	9	8	9
<b>Chlorophyceae</b>				
<i>Apodochloris</i> sp.		480		
<i>Characium</i> sp.	1.206	4.323	704	2.940
<i>Chlamydomonas</i> sp.		480	352	
<i>Chlorella</i> sp.			704	
<i>Chlorococcum</i> sp.				173
<i>Coelastrum microporum</i>		480		
<i>Desmodesmus</i> spp.		1.921		173
<i>Dictyosphaerium</i> sp.		480		
<i>Gloecystis</i> sp.		480	352	
<i>Monorapidium arcuatum</i>			352	
<i>Monoraphidium griffithii</i>			352	
<i>Pseudodydimocystis fina</i>		480		
<i>Scenedesmus ecornis</i>		961		
<i>Scenedesmus lunatus</i>		1.921		
<i>Scenedesmus</i> spp.		480		
<i>Stauridium tetras</i>		1.921		
<i>Tetraedron caudatum</i>		480		
<i>Ulothrix</i> spp.		5.764	352	
Chlorellaceae NI			352	
Chaetosporales NI		961		173
Chlorococcales NI	603	1.441		
Abundância	1.809	23.055	3.518	3.458
Riqueza	2	16	8	4
<b>Cyanobacteria</b>				
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>				173
<i>Anabaena</i> sp.		480		
<i>Aphanizomenon</i> sp.		961		
<i>Aphanocapsa</i> sp.		1.441		
<i>Asterocapsa</i> sp.		4.323		
<i>Calothrix</i> sp.	1.206			
<i>Chroococcus minutum</i>			352	
<i>Chroococcus</i> sp.		2.882		
<i>Chlorogloeca</i> sp.		2.882	352	346
<i>Coelomoron</i> sp.		1.441		
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.			10.202	
<i>Geitleribactron</i> sp.	603			519
<i>Geitlerinema acuminatum</i>		480		
<i>Geitlerinema splendidum</i>	603	1.441	352	519
<i>Geitlerinema unigranulatum</i>		480	352	173

Monitoramento de Comunidades Aquáticas: Zoobentos

PCH Verde 4 – Água Clara - MS

Abril de 202039/95

<i>Heteroleibleinia</i> sp.	21.108	4.803		7.954
<i>Komvophoron</i> sp.		480		692
<i>Leptolyngbya</i> spp.	7.237	15.370	352	519
<i>Lyngbya</i> sp.	7.237	480		1.037
<i>Oscillatoria</i> spp.				173
<i>Phormidium tenuis</i>				519
<i>Phormidium</i> sp.	3.618			3.285
<i>Planktolyngbya</i> sp.	3.015	2.402		
<i>Pseudanabaena</i> sp.	5.428	12.488	352	519
<i>Rivularia</i> sp.	1.206		704	
<i>Romeria victoriae</i>	14.474	3.843	3.518	173
<i>Spirulina</i> sp.			704	
<i>Stigonema</i> sp.		961		
<i>Synechocystis nidulans</i>	603	961		173
<i>Synechococcus sigmoideus</i>		480		
<i>Synechocystis</i> sp.	603	480	704	
<i>Trichodesmium</i> sp.		2.882		
Pseudanabaenaceae NI	603	5.764	1.407	346
Synechocaceae NI			1.055	
Oscillatoriales NI	3.015			
Stigonematales NI	7.840			
Abundância	78.401	68.206	20.404	17.119
Riqueza	16	23	13	16
<b>Zygnemaphyceae</b>				
<i>Actinotaenium</i> sp.		480		
<i>Closterium abruptum</i>		480		
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variable</i>		1.441		
<i>Closterium acutum</i>		480		
<i>Closterium</i> sp.				173
<i>Cosmarium trilobatum</i>			704	
<i>Cosmarium</i> spp.		4.323	2.463	
<i>Euastrum insulare</i>		480		
<i>Mougeotia</i> sp.		1.441		
<i>Spirogyra</i> sp.			3.870	
<i>Staurastrum sebaldi</i>		480		
<i>Staurastrum</i> sp.		480		
Abundância	0	10.087	7.036	173
Riqueza	0	9	3	1
<b>Outras Algas</b>				
<b>Chrysophyceae</b>				
<i>Kephyrion</i> sp.				173
<b>Euglenophyceae</b>				
<i>Euglena</i> sp.				173
<i>Trachelomonas volvocina</i>				173
<b>Oedogoniophyceae</b>				
<i>Bulbochaete</i> sp.		480		346
<i>Oedogonium</i> sp.		4.803	9.850	
<b>Abundância</b>	<b>0</b>	<b>5.284</b>	<b>9.850</b>	<b>865</b>
<b>Riqueza</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

O trecho de montante do rio Verde (P04) apresentou baixa riqueza total, com 23 táxons/amostra (Tabela 7), a maioria da classe Cyanobacteria (Gráfico 7). O trecho intermediário do reservatório (P5S) apresentou maior riqueza, igual a 67 táxons/amostra, sendo Cyanobacteria e Chlorophyceae as mais especiosas. Estas duas classes e Bacillariophyceae também foram as mais especiosas na região limnética do reservatório (P6S) e no trecho a jusante dele (P07).

A abundância de organismos teve variação entre 33.027 a 180.601 ind/cm<sup>2</sup>, sendo o ponto a jusante (P07) o com menor densidade e o trecho intermediário do reservatório (P5S) o de maior densidade (Tabela 7).

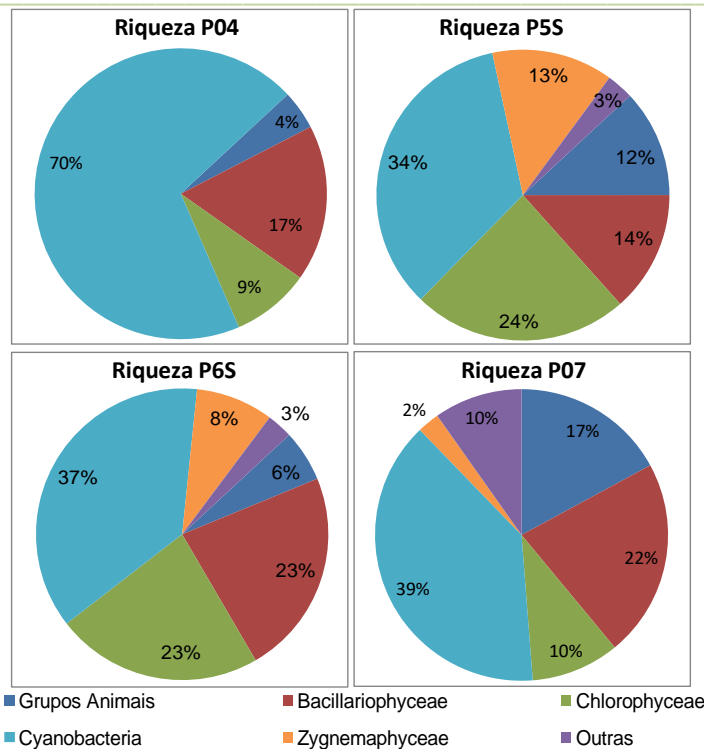
Nos dois trechos lóticos, de montante (P04) e jusante (P07), a classe Cyanobacteria foi numericamente dominante no primeiro com destaque para *Heteroleibleinia* sp. e *Romeriavictoriae* (Tabela 8), e predominante no segundo, sendo *Heteroleibleinia* sp. *Phormidium* spp. *Characium* spp. e protozoários os táxons mais abundantes.

Os pontos amostrados no reservatório foram mais diversos em se tratando de variedade de classes na estrutura da comunidade e em ambos foram abundantes as classes Cyanobacteria, Bacillariophyceae (Gráfico 8). No trecho intermediário (P5S) Chlorophyceae foi a terceira mais representativa e foram os mais abundantes *Gomphonemaparvulum*, *Gomphonema* spp., *Fragilaria* sp., *Leptolyngbya* spp. e *Pseudanabaena* sp. (Tabela 6 e Tabela 8). Na região limnética (P6S) foram os mais abundantes uma espécie da ordem Pennales não identificada, ovos e cistos de organismos metazoários, *Cylindrospermopsis* sp. e *Oedogonium* sp.

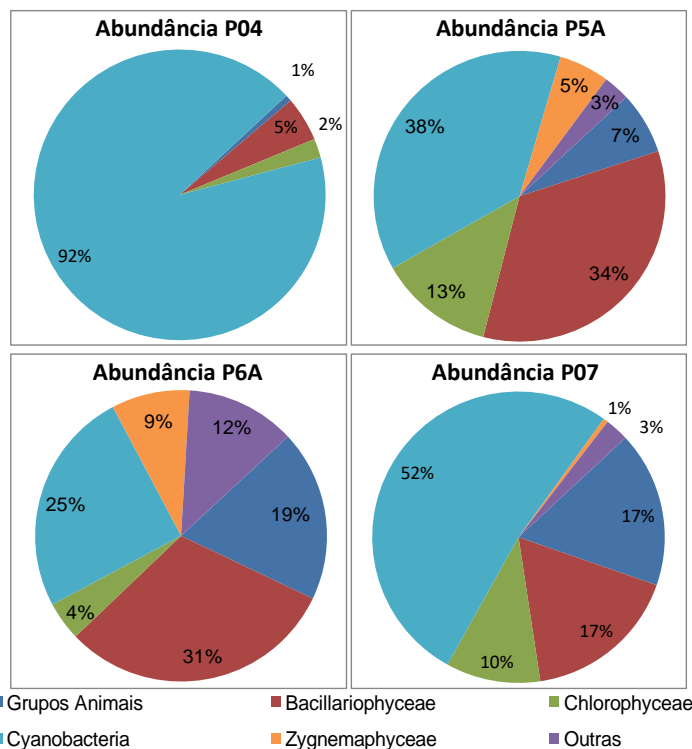
A diversidade de Shannon teve valores variando de 2,47 a 3,44 bits/ind, sendo considerados entre baixo a medianos (Tabela 7). A equidade foi alta em todos os pontos, entre 0,73 e 0,82, em razão da ausência de dominância de um ou poucos táxons.

**Tabela 7.** Atributos encontrados para a comunidade perifítica nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS.

	Ponto 04	Ponto 5S	Ponto 6S	Ponto 07
Abundância (ind/cm <sup>2</sup> )	85.034	180.601	81.265	33.027
Riqueza (n° táxons)	23	67	35	41
Shannon (bits/ind)	2,47	3,44	2,58	2,95
Equidade (J')	0,79	0,82	0,73	0,79



**Gráfico 7.** Valores de riqueza relativa dos principais grupos perifíticos dos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS.



**Gráfico 8.** Valores de abundância relativa dos principais grupos perifíticos dos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS.

**Tabela 8.** 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.

Táxons	Ponto 04	Ponto 5S	Ponto 6S	Ponto 07
Protozoa NI			A	A
Ovo Metazoários		A	A	
<i>Eunotia spp</i>				A
<i>Fragilaria sp.</i>		A		
<i>Gomphonema parvulum</i>		A		A
<i>Gomphonema spp.</i>		A		
Pennales NI		A	A	A
<i>Characium sp</i>		A		A
<i>Ulothrix spp.</i>		A		
<i>Asterocapsa sp.</i>		A		
<i>Chroococcus sp.</i>		A		
<i>Chlorogloeca sp.</i>		A		
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>			A	
<i>Heteroleibleinia sp.</i>	A	A		A
<i>Leptolyngbya spp.</i>	A	A		
<i>Lyngbya sp.</i>	A			A
<i>Phormidium sp.</i>	A			A
<i>Pseudanabaena sp.</i>	A	A		
<i>Romeria victoriae</i>	A	A	A	
<i>Trichodesmium sp.</i>		A		
Pseudanabaenaceae NI		A		
Stigonematales NI	A			
<i>Oedogonium sp.</i>		A	A	
<i>Cosmarium spp.</i>		A	A	
<i>Spirogyra sp.</i>			A	

#### 6.4. Considerações Finais

As matrizes perifíticas encontradas nos pontos amostrados mostraram-se simplificadas em razão da baixa densidade de organismos e riqueza de espécies. Também evidenciam isso a baixa proporção de organismos metazoários, associados ao perifiton, e a pequena espessura dos filmes que cobriam o substrato coletado e raspado.

Uma provável causa desta simplificação é a falta de complexidade das estruturas dos substratos nos quais as comunidades estão instaladas nos micro-ambientes amostrados. A fisiologia e o crescimento da microbiota aderida estão intimamente acoplados à dinâmica física e fisiológica do substrato vivo sobre o qual se desenvolve (RODRIGUES *et al.* 2003). Como os substratos encontrados nos pontos amostrados são compostos principalmente de talos, sem folhas ou ramificações (no trecho de reservatório são compostos principalmente por vegetação terrestre alagada e morta)

eles não fornecem um microcosmo propício ao perifiton, como a redução da velocidade da água por exemplo.

Contudo, apesar da baixa densidade, a produtividade do perifiton não deve ser subestimada, uma vez que a superfície total coberta pelas matrizes perifíticas de todos os troncos e galhos submersos ao longo do trecho alagado podem compor, no seu total, uma comunidade de alta produtividade. Dessa forma, como fonte alimentar de pequenos vertebrados e invertebrados, a comunidade perifítica será sempre funcional. Além disso, a parcela bacteriana e fúngica do perifiton auxilia na decomposição da vegetação submersa.

Ocorreram muitas espécies de cianobactérias principalmente nos trechos lóticos de montante e jusante. Em razão do perifiton ser reconhecido como fonte de inóculos e organismos para a água (RODRIGUES *et al.* 2003), existe a possibilidade de que o fitoplâncton ao redor das plantas sofra influência na composição e densidade.

## 7. BENTOS

### 7.1. 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 é composta de, pelo menos, 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, dentre as quais: (1) o relativamente longo tempo de vida dos organismos, com conseqüente 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 hábitat aquático. Tais fatores fazem dos zoobentos o grupo funcional mais utilizado em indicação de qualidade de ambientes aquáticos (KARR, 1991).

Os objetivos desta etapa do monitoramento de zoobentos são:

- Fazer o levantamento dos grupos presentes no período da campanha;
- Calcular os principais atributos das comunidades aquáticas dos pontos monitorados, tais quais abundância total e relativa, riqueza total e relativa, índice de diversidade de Shannon e equidade;
- Apresentar índices de bioindicação de qualidade da água baseados nos grupos registrados e discutir os fatores ambientais relacionados.
- Compilar dados disponíveis do monitoramento.

## 7.2. Metodologia

### 7.2.1. Coleta de dados

Para amostragem da biocenose bentônica são obtidas amostras com três a cinco repetições de uso de amostrador surber (Figura 10) 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 0,13 m<sup>2</sup>, na qual o sedimento de fundo é manualmente revolvido, para capturar os organismos, em locais com até 1 metro de profundidade.

O material coletado 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. No caso de excesso de areia pode-se utilizar a técnica de flotação com sacarose. Em amostras com grande densidade de organismos pequenos e excesso de restos vegetais, pode-se utilizar corante Rosa de Bengala para evidenciar os animais.



**Figura 10.** Coleta de amostra de zoobentos em habitat marginal do trecho profundo do reservatório da PCH Verde 4 em abril de 2020.

A triagem e identificação dos organismos pode ser realizada 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). Possíveis exceções para Chironomidae (Diptera), que pode depender de identificação em nível de sub-família ou mesmo de gênero, com base em TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995) para a acurácia como bioindicadores.

### 7.2.2. 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 índice de equidade de Pielou.

A densidade dos organismos zooplancônicos 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;

$\ln S$ , 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 9).

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

**Tabela 9.** 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

### 7.3. Resultados e Discussão

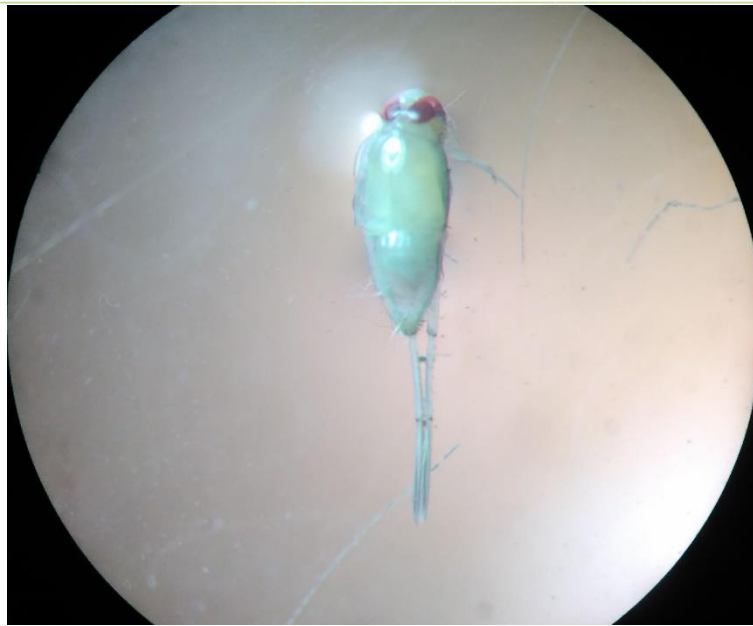
#### 7.3.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Durante a campanha realizada em abril de 2020 registramos 22 táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 202 indivíduos por metro quadrado de substrato (Tabela 10). Esses parâmetros de representatividade de zooplâncton são condizentes com o esperado para a tipologia dos ambientes, já com o registro de vários grupos importantes para a bioindicação pela biocenose, como será discutido nos próximos tópicos.

Nesta campanha foram mais abundantes larvas de mosquitos Chironomidae (34,6% da abundância, Figura 11) e larvas de Trichoptera (20,9%), a seguir microcrustáceos Copepoda (10,8% da abundância), Heteroptera (9,5%, Figura 12) e Ephemeroptera (9,2%). O índice de Pielou das amostras individuais variou entre 0,66 e 0,86, numa escala de zero a um, enquanto o índice de diversidade de Shannon variou entre 1,43 e 1,98, valores relativamente altos em comparação às campanhas anteriores (Tabela 10).



**Figura 11.** Larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) registradas em abril de 2020 na área da PCH Verde 4A. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 20 vezes.



**Figura 12.** Larvas de Notonectidae (Insecta, Heteroptera) registrado em abril de 2020 a jusante da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 16 vezes.

Comparativamente, BIOLÁQUA (2020) relatou os seguintes parâmetros para fases anteriores do monitoramento: sete táxons, com densidade média de 185 indivíduos/m<sup>2</sup> na campanha de outubro de 2018 (pré-enchimento); seis táxons e densidade média de 105 indivíduos/m<sup>2</sup> na campanha de dezembro de 2018 (pós-enchimento); quatro táxons e densidade média de 39 indivíduos/m<sup>2</sup> na campanha de março de 2019 (pós-enchimento e operação); 11 táxons e densidade média de 108 indivíduos/m<sup>2</sup> na campanha de outubro de 2019 (operação).

Isso indica que riqueza taxonômica e densidade bentônica ocorreram, de modo geral, dentro das mesmas ordens de grandeza nas diferentes fases do monitoramento, com tendência de incremento de riqueza taxonômica nas duas campanhas mais recentes do monitoramento. A composição taxonômica da comunidade bentônica também foi muito parecida nas diferentes fases, com apenas quatro táxons relatados por BIOLÁQUA (2020) não registrados nesta campanha, todos com ocorrência esperada para a tipologia dos ambientes monitorados, enquanto que a maioria dos 12 táxons registrados nesta campanha e não relatados diretamente por BIOLÁQUA (2020), são resultado de análise taxonômica mais profunda (Tabela 10), mas constituem semelhantes grupos (famílias e ordens) taxonômicos, resultando na mesma bioindicação. Isso indica que os dados da série histórica realmente são comparáveis, com continuidade na qualidade das metodologias de coleta e identificação das amostras.

Exceção é a quantidade de pontos amostrais. BIOLÁQUA (2020) utilizou três pontos amostrais, montante, reservatório e jusante, enquanto que FIBRACON (2020) utiliza quatro pontos amostrais, semelhantes quanto à montante e à jusantes, mas com coletas distintos na transição fluvial-limnética do reservatório, com características entre rio (lótico) e reservatório, e na região limnética do reservatório, com perfil lacustre bem estabelecido (Tabela 10). A adição desse esforço amostral na campanha recente representa oportunidade de registro de mais táxons, mas as densidades supracitadas continuam comparáveis, por se tratarem de média calculada, não de somatória dos valores das campanhas.

Quanto à localização, são diretamente pareáveis os pontos montante e jusante, pois são comuns tanto à BIOLÁQUA (2020) como à FIBRACON (2020). Os dados do ponto “reservatório” de BIOLÁQUA (2020) foram pareados aos dados do ponto “reservatório – região limnética”, utilizado nesta campanha, pois estão localizados a poucas centenas de metros de distância. Desse contexto resultam os Gráfico 9 a Gráfico 11 (bem como seus respectivos dados numéricos ao final da Tabela 10), que sintetizam os principais parâmetros das biocenoses zoobentônicas monitoradas.



**Tabela 10.** Táxons e suas densidades (organismos por metro quadrado) em cada ponto de amostragens 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 (última coluna), conforme apresentado por IAP (2018).

Fonte de dados →	BIOLÁQUA (2018)									FIBRACON (2020)					Score BMWP	
	Pré-enchimento			Pós-enchimento			Operação									
	Outubro de 2018			Dezembro de 2018			Março de 2019			Outubro de 2019			Maio de 2020			
Fases →	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Reservatório - região limnética	Jusante
Período →																
Táxons																
<b>MOLLUSCA</b>																
<b>Gastropoda</b>																
Planorbidae													5	15		3
<b>NEMATODA</b>				9												
<b>ANNELIDAE</b>	117															
<b>Oligochaeta</b>	45			54	27		36	9		9	45	9				1
Tubificidae																3
<b>ARTHOPODA - Crustacea</b>																
<b>Ostracoda</b>										27						
Cypridae													3	5	5	2
<b>Diplostraca</b>																
Cyclestheriidae																
<i>Cyclestheria gr. hislopi</i>														8		
<b>Cladocera</b>																
Ilyocryptidae																
<i>Ilyocryptus sp.</i>													5			
<b>Copepoda</b>																
Pseudodiaptomidae																
<i>Pseudodiaptomus sp.</i>													33	51	3	
<b>ARTHOPODA - Arachnida</b>																
Hydracarina					9							9				
<i>Acari sp.</i>																4
														3		

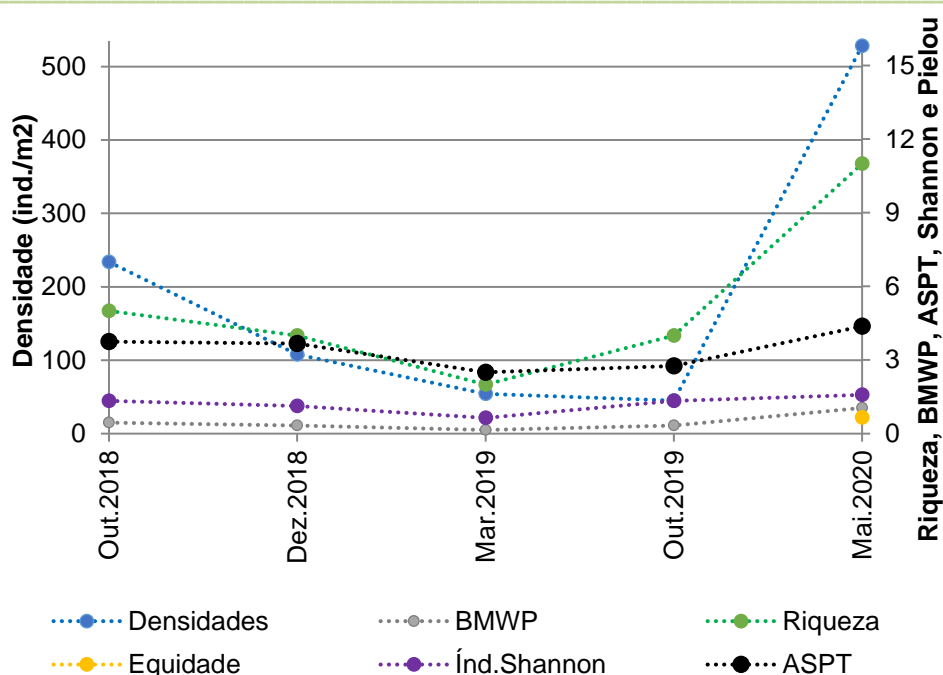
<b>ARTHOPODA - Insecta</b>																	
<b>Trichoptera</b>																	
Hydropsychidae	27									18		169				5	
<b>Ephemeroptera</b>																	
Baetidae				9				9	9			15	15	10		4	
Leptophlebiidae									9					5		8	
Oligoneuridae												28				5	
<b>Coleoptera</b>																	
Elmidae											9					5	
Hydrophilidae													3			6	
<b>Heteroptera</b>																	
Corixidae											9					4	
Gelastocoridae												13					
Gerridae														8		4	
Naucoridae											9					4	
Notonectidae								9	45	18				5	31	4	
Pleidae															5	4	
Veliidae		9											3	5		4	
<b>Lepidoptera</b>																	
Pyralidae	18																7
<b>Odonata - Anisoptera</b>																	
Gomphidae										9		5	8				5
Libellulidae			9							9		3	3				8
<b>Diptera</b>																	
Ceratopogonidae		9				18	9					36	5	3	5		4
Chironomidae	27	117	36	144	18		18	18	18	54		218	3	31	28		2
<b>Densidades</b>	<b>234</b>	<b>135</b>	<b>108</b>	<b>180</b>	<b>27</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>216</b>	<b>63</b>	<b>528</b>	<b>110</b>	<b>90</b>	<b>79</b>	<b>139</b>	
<b>Riqueza taxonômica</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>		
<b>Equidade de Pielou</b>												0,66	0,75	0,86	0,80		
<b>Diversidade de Shannon</b>	1,33	0,48	1,12	0,61	0,63	0,64	0,64	1,04	1,33	1,86	1,75	1,58	1,87	1,98	1,43		
<b>Índice BMWP</b>	15	10	11	7	6	5	3	10	11	35	22	35	42	35	19		
<b>Índice ASPT</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,7</b>	<b>2,3</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>3,3</b>	<b>2,8</b>	<b>4,4</b>	<b>3,7</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>3,2</b>		

Na estação de monitoramento à montante, fora da área de influência direta do empreendimento, ocorreu queda de quase todos os parâmetros no pós-enchimento, seguida de incremento na campanha mais recente (Gráfico 9). Os valores do índice bioindicador ASPT oscilaram em torno de 3, indicando provável poluição severa ao longo da maior parte das campanhas do histórico (Tabela 10). Esse trecho é diretamente afetado pela instalação e operação da PCH Verde 4A à montante, da qual recebe água, restos da instalação de ensecadeiras e mudanças nas correntes de água, os quais resultam em novos substratos no fundo do rio, dificultando a formação de comunidade bentônica consolidada. Contudo, na campanha de abril de 2020, ocorreu boa representatividade de zoobentos, com valor de ASPT 4,4 (Gráfico 9, Tabela 10), indicando diminuição na intensidade das alterações locais.

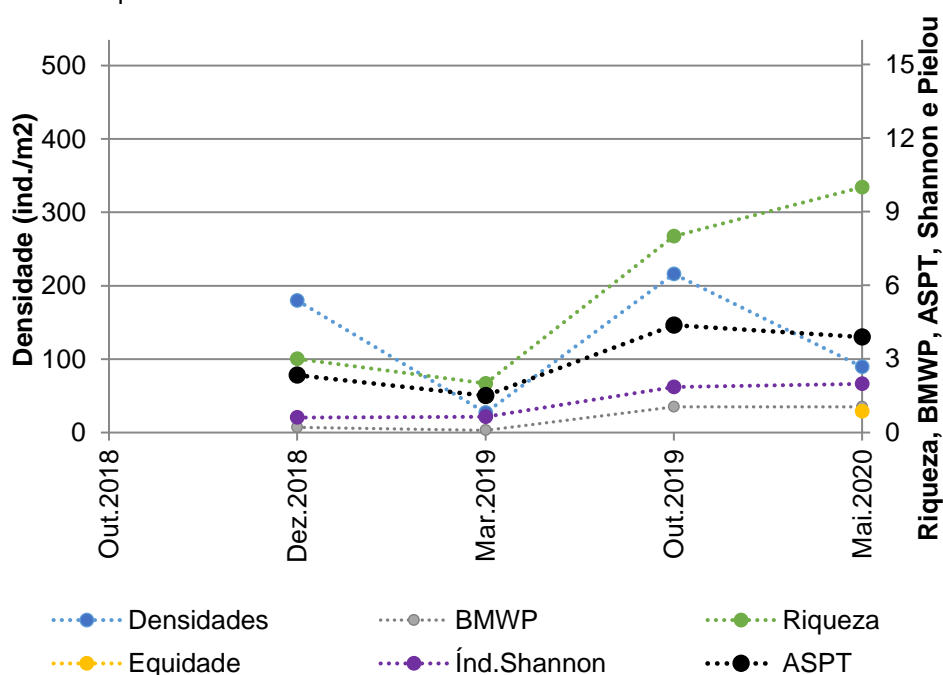
Na estação de monitoramento na transição fluvial-limnética do reservatório, área monitorada apenas a partir desta campanha, os dados preliminares também indicam provável poluição moderada, com índice ASPT 4,2, sendo os valores dos demais parâmetros semelhantes aos demais pontos monitorados (Tabela 10).

Na região limnética do reservatório ou simplesmente reservatório para BIOLÁQUA (2020), há disponibilidade de dados de apenas quatro campanhas, a partir de dezembro de 2018, já no pós-enchimento (Tabela 10). Nessa área ocorreram flutuações na densidade bentônica, mas com tendência preliminar de incremento da riqueza taxonômica, diversidade e índice ASPT (Gráfico 10), indicando rápida recuperação na qualidade ambiental do reservatório no pós-enchimento e operação.

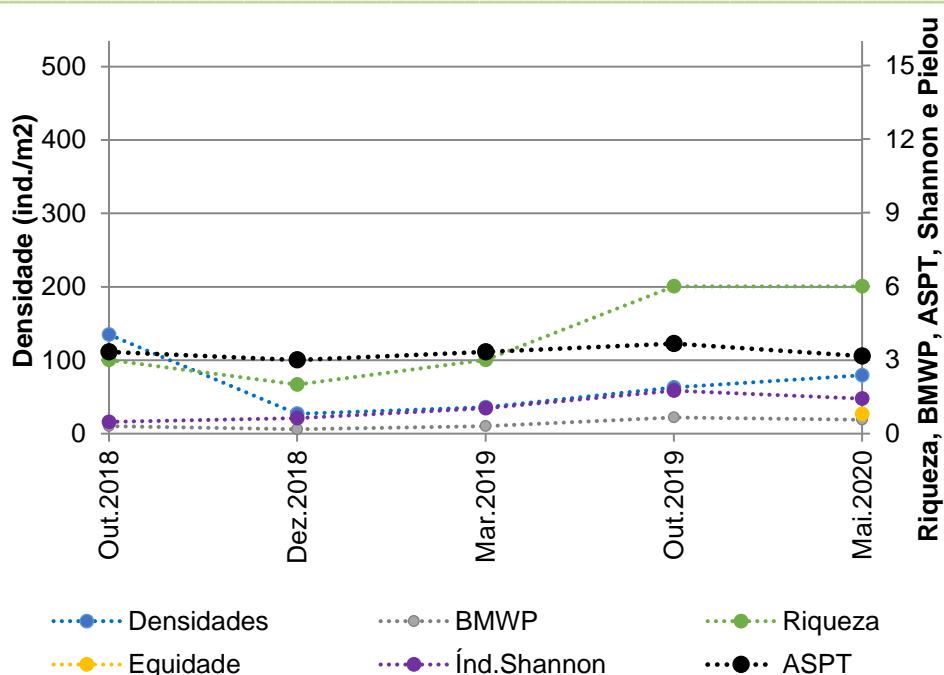
Essa tendência de melhora na qualidade ambiental de montante e reservatório parece não ter atingido, ainda, os ambientes a jusante do da PCH Verde 4. Na estação de monitoramento à jusante, ocorreu baixa representatividade de zoobentos e valores de ASPT em torno de 3 (provável poluição severa) desde o pré-enchimento até a operação (Gráfico 11, Tabela 10). Esse trecho também foi diretamente afetado pelo assoreamento pontual provocado pela instalação de ensecadeiras e outras atividades de instalação do barramento desde antes do enchimento. Ali também ocorreram mudanças nas correntes de água a jusante do barramento, realocando material de fundo, de modo que grande parte do substrato é novo, sem comunidade bentônica consolidada. Estes fatores do ambiente físico, adicionados às flutuações da qualidade da água no reservatório influenciam nos baixos valores de ASPT registrados. Contudo, espera-se que nas próximas campanhas, devido à recuperação dos indicadores de qualidade da água no reservatório e à estabilização dos substratos a jusante, ocorram melhores indicadores da comunidade bentônica.



**Gráfico 9.** Evolução de parâmetros monitorados à montante 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 ambiental.



**Gráfico 10.** Evolução de parâmetros monitorados no reservatório – região limnética (Fibracon 2020), ou reservatório (Bioláqua, 2018) 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 ambiental.



**Gráfico 11.** Evolução de parâmetros monitorados a jusante da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zoolanctônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade.

### 7.3.2. Espécies e grupos bioindicadores

Neste monitoramento utilizamos dois índices de bioindicação de qualidade ambiental, baseados na composição (presença e ausência) de famílias taxonômicas de macroinvertebrados aquáticos. Como cada família registrada pode ter um “score BMWP” já definido de indicação de qualidade ambiental, apresentados na última coluna da Tabela 10. Para cada amostra podemos usar a somatória desses scores (índice BMWP) ou a média desses scores (índice ASPT). Assim, os scores para o índice BMWP são também a base para o cálculo de ASPT.

Dentre 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).

Nesta compilação de dados, fizemos os cálculos dos índices do histórico de dados, inclusive os apresentados por BIOLÁQUA (2020), mediante comunicação pessoal à Responsável Técnica Mara Cristina Teixeira, de modo a incluir no cálculo vários

táxons, cujos scores de bioindicação foram definidos apenas recentemente, conforme apresentado IAP (2018). O uso dessa referência (IAP, 2018), com abrangência oficial para o Estado do Paraná, é justificável pela proximidade geográfica e pela conectividade das paisagens pela bacia do Alto Rio Paraná.

No histórico de dados ocorreram várias famílias taxonômicas sensíveis às alterações (como Perlidae, Leptophlebiidae, Pyralidae, Corduliidae, Libellulidae e Calopterygidae), muitas famílias com scores intermediários, bem como alguns táxons resistentes às alterações (como Oligochaeta, Ostracoda e Chironomidae).

Como já apresentado no tópico anterior, os dados até agora obtidos indicam, na média das campanhas, qualidade da água ruim e provável poluição desde montante, reservatório a jusante.

#### 7.4. Considerações Finais

Na campanha de abril de 2020 os valores de riqueza taxonômica, de densidade zoobentônica, dos índices de diversidade de Shannon e de equidade de Pielou, além dos valores de bioindicação ASPT, foram intermediários a altos em comparação às campanhas anteriores, indicando continuidade nas condições ambientais da bacia.

O índice ASPT calculado para cada estação amostral resultou em indicação de provável poluição moderada para a estação montante (índice ASPT de 4,4) e no trecho intermediário do reservatório (ASPT de 4,2), além de provável poluição mais severa no reservatório profundo (ASPT de 3,9) e na estação jusante (ASPT de 3,2).

Isso indica diminuição na qualidade ambiental ao longo do eixo montante-jusante nesta campanha, o que poderia representar um padrão (se mantido nas próximas campanhas) inverso ao bioindicado pelo zooplâncton (conforme item 5.3.2 deste relatório), o qual sugere possível melhora na qualidade da água no sentido montante-jusante, ao passar pela PCH Verde 4. Como o plâncton depende especialmente da “trofia”, produtividade dos ambientes aquáticos e como os zoobentos dependem de vários fatores ambientais, é possível que ambas as bioindicações sejam complementares.

É possível, por exemplo, que disponibilização de matéria orgânica nos habitats marginais do reservatório, onde zoobentos são coletados, influencie negativamente essa comunidade, enquanto que na faixa central do reservatório, onde o plâncton é coletado, a disponibilidade de matéria orgânica ocorra apenas nas camadas mais profundas do lago, não afetando continuamente a produtividade na sub-superfície.



Já a estação a jusante apresenta possíveis alterações estruturais de micro-habitats para invertebrados bentônicos, decorrentes de mudanças na direção de fluxos e na turbulência da água após a operação da PCH Verde 4, com novos padrões de erosão e deposição de sedimentos no leito, eventualmente um dos fatores indicados pelo baixo índice ASPT do local.

Esses enfoques 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.

## 8. MACRÓFITAS

### 8.1. Introdução

As espécies higrófitas, também conhecidas como macrófitas aquáticas, terminação proposta por Cook (1974), são usualmente divididas em tipos ou formas biológicas de acordo com a posição que as mesmas ocupam na coluna d'água (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001). As mais comuns são as flutuantes livres, cujas raízes não são mantidas fixas em nenhum substrato, as submersas fixas, que permanecem totalmente em baixo da água (exceto flores, que em geral são emergentes), as fixas de folhas flutuantes, com folhas na superfície e raízes ancoradas no sedimento e as emergentes, que possuem todos seus órgãos, exceto raízes e rizomas, acima da superfície (PEDRALLI, 1990).

Em relação a importância ecológica das macrófitas, essas plantas podem causar problemas para os usos múltiplos de vários ecossistemas aquáticos quando as mesmas se desenvolvem de forma desordenada. No caso específico dos reservatórios brasileiros, os problemas passaram a ser registrados de forma mais frequente nas últimas décadas em diversas bacias hidrográficas (p.ex., BRAGA *et al.*, 1999; CARVALHO *et al.*, 2003; CAVENAGHI *et al.*, 2003; MARCONDES *et al.*, 2003). Esses problemas se acentuaram na década de 1990, quando a maioria dos grandes reservatórios atingiu um estágio de evolução caracterizado pela presença de uma comunidade bem desenvolvida de plantas aquáticas.

Em decorrência do desenvolvimento excessivo as macrófitas podem afetar vários usos dos ecossistemas, tais como a navegação, pesca, recreação e o próprio acesso à água. Esses problemas podem ocorrer em diferentes escalas, afetando os ecossistemas inteiros ou locais específicos. No entanto, a maior preocupação em

reservatórios brasileiros está voltada para interrupções no fornecimento de energia, decorrentes do entupimento de unidades de geração (MARCONDES *et al.*, 2003).

Neste contexto, o levantamento e monitoramento periódico das macrófitas aquáticas permitem avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações e à geração de energia elétrica. A identificação de focos iniciais de plantas de alto risco para a produção de energia elétrica é muito importante na tomada de decisões quanto ao controle ou não desses focos.

As atividades do programa de monitoramento de espécies higrófitas têm por objetivo o levantamento das espécies de macrófitas na região da PCH Verde 4 e monitoramento dos possíveis impactos ou interferências na comunidade de plantas aquáticas, visando o desenvolvimento e aplicação de estratégias que permitam o estabelecimento do equilíbrio do sistema, impedindo a proliferação descontrolada de espécies que possam colocar em risco a integridade dos reservatórios e o uso múltiplo dos recursos hídricos. Este relatório apresenta os resultados da décima primeira campanha de monitoramento de macrófitas aquáticas da PCH Verde 4, realizada entre os dias 06 a 09 de abril de 2020.

## 8.2. Metodologia

### 8.2.1. Descrição das áreas amostrais

Na área de influência do empreendimento foram determinadas por semelhança, três áreas amostrais que contemplam as principais fitofisionomias locais. A seleção dos pontos de amostragem foi delimitada no intuito de amostrar representativamente as macrófitas aquáticas em três grandes sítios chave para o monitoramento: 1) a montante do futuro reservatório da PCH Verde 4, 2) na região do futuro reservatório, e 3) a jusante da região do reservatório. As áreas amostrais utilizadas no monitoramento estão descritas abaixo.

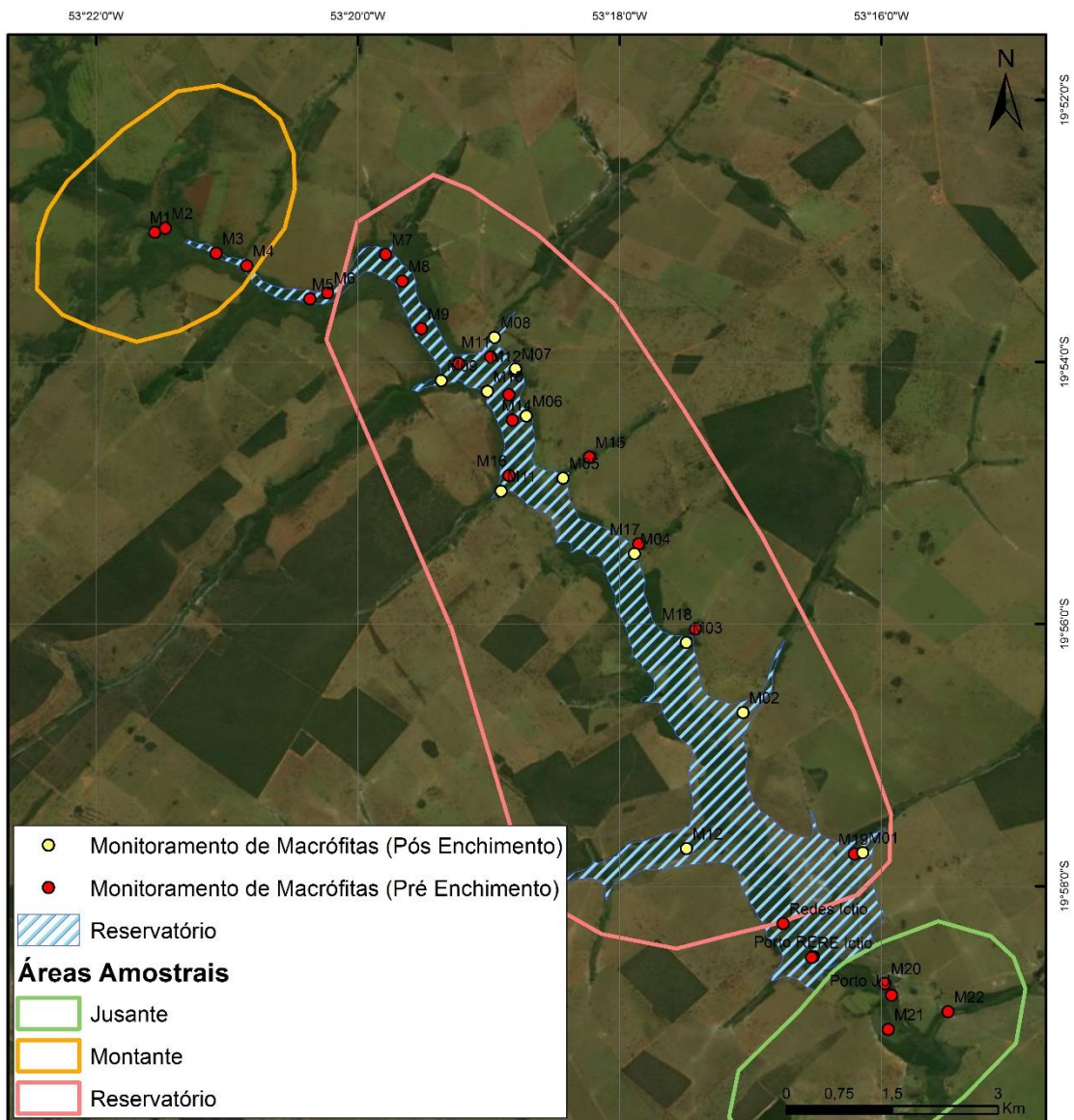
As áreas amostrais utilizadas no monitoramento estão descritas abaixo (Figura 13).

**1) ÁREA AMOSTRAL MO (MONTANTE):** 19°52'49.17"S; 53°21'23.67"O. Localizada à jusante do barramento da PCH Verde 4A e à montante 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 se deu por se tratar de área localizada imediatamente à montante do reservatório. O tamanho estimado da área amostral Jusante (JU) é de 874 hectares.

**2) ÁREA AMOSTRAL RE (RESERVATÓRIO):** 19°53'17.95"S; 53°19'30.76"O. Localizada ao longo do futuro 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 Barreiro e Jacinto. Esta área amostral também apresenta nascentes brejosas, açudes, corredeiras e campos de agropecuária. O tamanho estimado da área amostral Reservatório (RE) é de 4.521 hectares.

**3) ÁREA AMOSTRAL JU (JUSANTE):** 19°58'41.52"S, 53°16'11.19"O. 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 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 13.** 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.

## 8.2.2. Coleta de dados

### **Análise quantitativa**

Dentro de cada uma dessas grandes áreas amostrais MO – Montante, RE-Reservatório e JU - Jusante, foram distribuídas as parcelas para o monitoramento das macrófitas aquáticas. A escolha dos pontos amostrais levou em consideração a presença de campos úmidos e brejos, remansos, regiões com maior aporte de nutrientes, corredeiras e corpos d'água associados ao rio Verde. 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. A partir de novembro de 2018 (enchimento) apenas a área Reservatório continuou a ser amostrada, com o objetivo de monitorar o estabelecimento de macrófitas aquáticas na área do reservatório e propor medidas para controlar seu desenvolvimento caso necessário. Os pontos anteriormente marcados na área reservatório foram realocados para áreas potenciais de acúmulo de macrófitas, após a análise do reservatório cheio.

Dentre os principais métodos empregados para estudos quantitativos com o estrato herbáceo está o método de parcelas. Este método tem sido amplamente utilizado em levantamentos de ecossistemas brasileiros (MUNHOZ & FELFILI, 2006) e não brasileiros (LEHN *et al.*, 2011).

A amostragem através do método das parcelas se dá utilizando um quadrado de 1m<sup>2</sup> (1,00m X 1,00m) de área confeccionado com canos de PVC rígido, onde cada quadrado constitui uma unidade. A densidade de cada espécie nas parcelas é obtida através de estimativa visual do percentual de cobertura.

A caracterização da densidade de cada espécie de macrófita encontrada é realizada através de um sistema de notas que classificam o nível de infestação (PITELLI, 1998), onde: (i) nota 0 – ausência da espécie na área amostral; (ii) nota 1 – densidade muito baixa, com a ocupação menor que 25% da área amostral; (iii) nota 2 – densidade baixa, quando a espécie foi observada entre 25% e 50% da área amostral; (iv) nota 3 – densidade média, quando a espécie foi observada entre 50 e 75% da área amostral; e (v) nota 4 – densidade alta, quando a espécie foi observada em mais de 75% da área amostral.

A metodologia pelo método de parcelas é utilizada nas amostragens realizadas após o término do enchimento do reservatório e formação do lago.



As espécies foram identificadas em campo com o auxílio de bibliografia especializada e os indivíduos não identificados foram coletados e herborizados para posterior determinação taxonômica. As formas biológicas das espécies seguiram o adotado por Pott & Pott (2000).

As espécies flutuantes e as fixas com folhas flutuantes foram coletadas manualmente, sem o auxílio de equipamentos, enquanto para a coleta de espécies submersas, foi utilizado ganchos (garatêia), metodologia empregada em todas as estações de amostragem com a tentativa de investigar a presença de espécies submersas.

Deve-se ressaltar que são classificadas como macrófitas aquáticas todas aquelas herbáceas submersas, bem como aquelas encontradas na zona ecotonal água-terra, além de espécies aderidas às rochas no leito e margens de rios associadas a corredeiras e cachoeiras.

### **Análise qualitativa**

O levantamento de espécies da flora higrófitas na área de influência direta PCH Verde 4 no período de setembro de 2016 a agosto de 2018 foi realizado através de percurso de carro e por meio de percurso com barco ao longo do rio Verde e corpos d'água adjacentes presentes na área possibilitando o registro de espécies ao longo do curso do rio e em áreas do entorno, regiões que são consideradas, *locais-fonte* de diásporos e propágulos de espécies potencialmente invasoras com o intuito de identificar a presença de espécies com potencial colonizador para o futuro reservatório (Tabela 11). Após o enchimento do reservatório da PCH Verde 4, concluído em novembro de 2018, os pontos de amostragem foram realocados e mantidos apenas no reservatório, o monitoramento passou a ser realizado apenas por meio de barco percorrendo os pontos ao longo do reservatório (Tabela 12).

As plantas não identificadas em campo serão coletadas e herborizadas para futura determinação taxonômica das mesmas.



**Tabela 11.** Áreas amostrais e pontos de coleta de macrófitas aquáticas antes do enchimento do reservatório, com as respectivas localizações geográficas e características na PCH Verde 4, Água Clara/MS, sendo: **An** = Aporte de nutrientes ou enseadas, **Aç** = Açudes, **Br** = Brejos e campos úmidos, **C** = Corredeiras e **T** = Tributários.

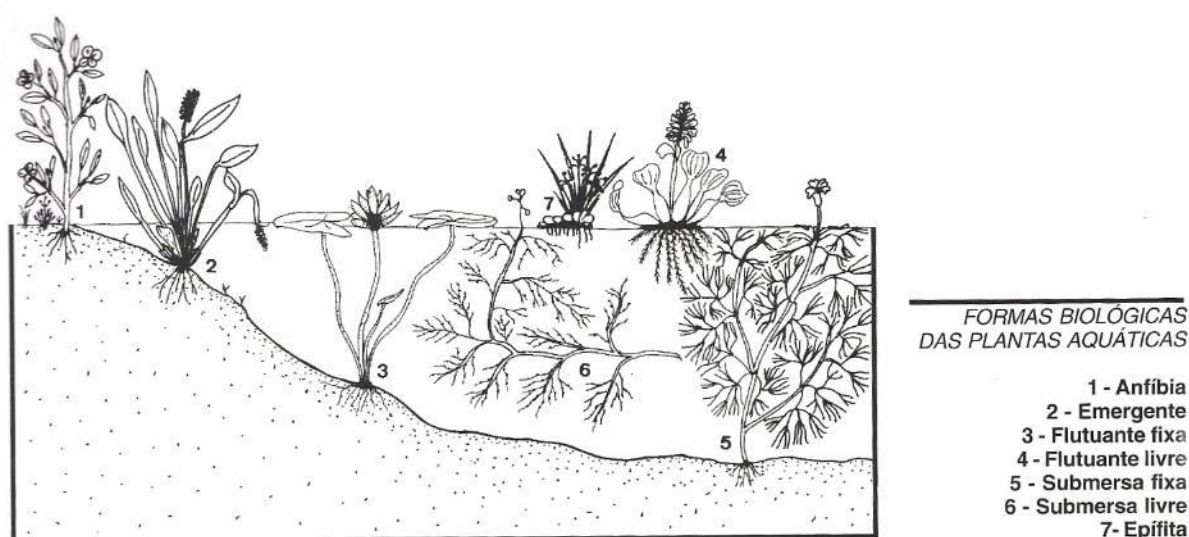
PONTOS AMOSTRADOS PCH VERDE 4					
Área amostral	Ponto	Coordenadas		Características	Localização
Montante	12	19°52'41.96"S	53°21'59.14"O	C	MD
	43	19°52'58.67"S	53°21'36.26"O	An	ME
	1	19°53'0.56"S	53°21'33.12"O	T	MD
	2	19°52'58.69"S	53°21'28.23"O	Br	ME
Jusante	20	19°58'44.68"S	53°15'58.36"O	Br	ME
	21	19°59'18.15"S	53°15'27.33"O	BR	MD
	22	19°58'57.65"S	53°15'29.37"O	Aç	ME
Reservatório	3	19°53'10.15"S	53°21'4.92"O	C	MD
	4	19°53'15.85"S	53°20'50.89"O	Br	ME
	5	19°53'31.12"S	53°20'21.92"O	Br	MD
	6	19°53'28.34"S	53°20'13.78"O	Br	ME
	7	19°53'17.51"S	53°19'45.07"O	Br	MD
	8	19°53'22.97"S	53°19'39.61"O	An	MD
	9	19°53'44.74"S	53°19'30.79"O	Br	MD
	10	19°54'0.68"S	53°19'13.80"O	T	MD
	11	19°53'57.75"S	53°18'59.09"O	T	ME
	12	19°54'04.2"S	53°18'47.6"O	Br	ME
Reservatório	13	19°54'14.96"S	53°18'50.75"O	C	ME
	14	19°54'26.68"S	53°18'49.09"O	Br	ME
	15	19°54'43.58"S	53°18'13.85"O	Aç	ME
	16	19°54'52.07"S	53°18'50.60"O	An	MD
	17	19°55'23.35"S	53°17'51.21"O	Aç	ME
	18	19°56'2.36"S	53°17'25.23"O	Aç	MD
	19	19°58'6.08"S	53°16'19.73"O	Br	ME
	23	19°52'35.6"S	53°20'34.5"O	Aç	ME
	24	19°56'41.14"S	53°17'24.15"O	C	ME

**Tabela 12.** 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.

PONTOS AMOSTRADOS PCH VERDE 4				
Área amostral	Ponto	Coordenadas		Localização
Reservatório	1	19°57'44.79"S	53°16'8.56"O	ME
	2	19°56'40.63"S	53°17'3.36"O	ME
	3	19°56'8.50"S	53°17'29.38"O	ME
	4	19°55'27.80"S	53°17'53.21"O	ME
	5	19°54'53.22"S	53°18'25.87"O	ME
	6	19°54'24.70"S	53°18'42.79"O	ME
	7	19°54'3.06"S	53°18'47.71"O	ME
	8	19°53'48.77"S	53°18'57.36"O	ME
	9	19°54'8.53"S	53°19'21.78"O	MD
	10	19°54'13.48"S	53°19'0.62"O	MD
	11	19°54'59.12"S	53°18'54.27"O	MD
	12	19°57'42.95"S	53°17'29.30"O	MD
	13	19°58'32.10"S	53°16'17.94"O	ME

A lista das espécies seguiu a proposta de classificação das famílias reconhecidas pelo APG IV (SOUZA & LORENZI, 2019; FLORA DO BRASIL, 2020) para as angiospermas, por Smith *et al.* (2006) para as Pteridófitas, e Buck & Goffinet (2000) para as Briófitas.

Para cada ponto de amostragem foi anotado o tipo de ambiente, sendo registradas as espécies aquáticas e observadas as respectivas formas biológicas (Figura 14).



**Figura 14.** Formas biológicas de espécies aquáticas proposta por Pott & Pott (2000).

Com base nas características ecológicas e referências bibliográficas, as espécies encontradas são classificadas quanto ao seu potencial invasor, onde: (1): Potencial de infestação baixo; (2): Potencial de infestação leve; (3): Potencial infestação média e (4): Potencial de infestação grave (LORENZI, 2008; POTT & POTT, 2000).

### 8.3. Resultados e Discussão

#### 8.3.1. Riqueza e abundância

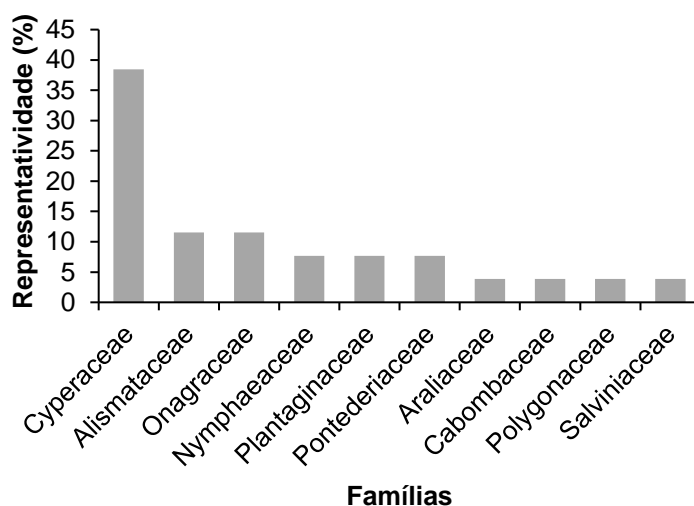
No período correspondente a esta campanha, foi registrada a presença de 26 espécies de macrófitas no reservatório, distribuídas em 10 famílias e 14 gêneros (Tabela 13).

**Tabela 13.** 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; **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. Abril de 2020.

Família	Espécie	Forma Biológica	Potencial de Infestação
Alismataceae	<i>Echinodorus macrophyllus</i>	Em	1
	<i>Sagittaria guayanensis</i>	Ff	3
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>	Em	3
Araliaceae	<i>Hydrocotyle sp</i>	An	1
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i>	Sf	1
Cyperaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	Sf	4
	<i>Cyperus blepharoleptos</i>	Ep	2
	<i>Cyperus digitatus</i>	An	1
	<i>Cyperus odoratus</i>	An	2
	<i>Cyperus sesquiflorus</i>	Em	2
	<i>Eleocharis acutangula</i>	An	3
	<i>Eleocharis elegans</i>	Em	1
	<i>Eleocharis interstincta</i>	An	3
	<i>Eleocharis minima</i>	Sf	4
	<i>Pycreus lanceolatus</i>	Em	2
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp1</i>	Ff	1
	<i>Nymphaea sp2</i>	Ff	1
Onagraceae	<i>Ludwigia lagunae</i>	Em	1
	<i>Ludwigia octovalvis</i>	An	1
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	An	1
Plantaginaceae	<i>Bacopa myriophylloides</i>	Em	1
	<i>Bacopa salzmännii</i>	Em	1

Família	Espécie	Forma Biológica	Potencial de Infestação
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	Em	1
Pontederiaceae	<i>Eichhornia diversifolia</i>	Ff	4
	<i>Pontederia parviflora</i>	Em	3
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	Fl	4

A família Cyperaceae (38,5%, n=10), foi a mais representativa em número de espécies, seguidas de Alismataceae e Onagraceae (11,5%, n=3) (Gráfico 12). A representatividade diz respeito à quantidade de espécies em cada família, e está expressa em porcentagem.



**Gráfico 12.** Representatividade das famílias de macrófitas registradas na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

A família Cyperaceae é considerada comum no Brasil. Essa família é frequentemente registrada em levantamentos realizados em reservatórios, sendo que suas espécies são frequentes em lagoas, brejos e campo alagáveis. Algumas espécies pertencentes a esta família são consideradas invasoras agressivas de culturas, como por exemplo, a tiririca (*Cyperus* spp.).

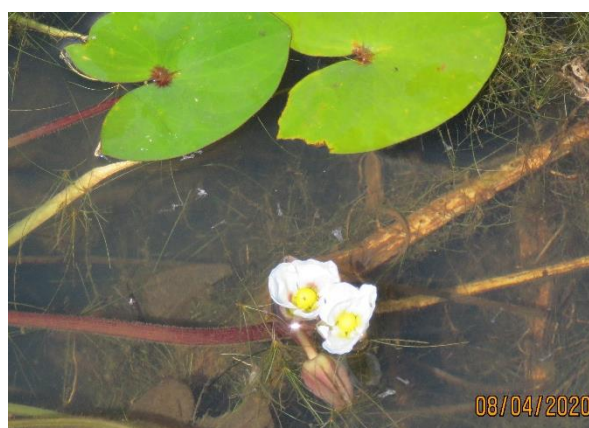
*Eleocharis* (Figura 15) é um dos gêneros pertencentes à família Cyperaceae de ampla distribuição nos ecossistemas aquáticos, pois pode ocorrer em brejos, cachoeiras, lagoas, lagos, margens de rios, pântanos, restingas e solos úmidos de locais abertos (GIL & BOVE, 2007; CAMARGO & FERRAGUT, 2014), as espécies desse gênero são de fácil propagação podendo se comportar como invasoras (LEITE *et al.*, 2009).





**Figura 15.** *Eleocharis elegans*, representante da família Cyperaceae registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

Alismataceae é uma família de distribuição cosmopolita que ocorre em áreas alagáveis de todo o Brasil (SOUZA & LORENZI, 2012). São ervas aquáticas ou semi-aquáticas com folhas eretas ou flutuantes e crescem anfíbias ou hidrófitas (HAYNES & HOLM-NIELSEN, 1994). A família possui 5 gêneros com 37 espécies aceitas (MATIAS, 2020). Dois gêneros da família, *Echinodorus* e *Sagittaria*, são conhecidos dos neotrópicos. *Echinodorus*, um gênero de 25 espécies, é restrito ao Hemisfério Ocidental, com todas as espécies conhecidas pelos neotrópicos. *Sagittaria* (Figura 16), um gênero de 6 espécies registradas no Brasil (MATIAS, 2020).



**Figura 16.** *Sagittaria guayanensis*, representante da família Alismataceae registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

Onagraceae é uma família cosmopolita, possui cerca de 22 gêneros e 657 espécies, difundidas principalmente nas regiões temperadas e subtropicais. No Brasil, há registros de aproximadamente 50 espécies distribuídas nos gêneros *Fuchsia*, *Epilobium*, *Ludwigia* e *Oenothera*. *Ludwigia* (Figura 17) é um dos maiores e mais diversos gêneros de Onagraceae, com 82 espécies, das quais 45 ocorrem na América do Sul, estando mais associado a regiões palustres (SOUZA & LORENZI, 2012; POTT & POTT, 2000; PESAMOSCA & BOLDRINI, 2015).

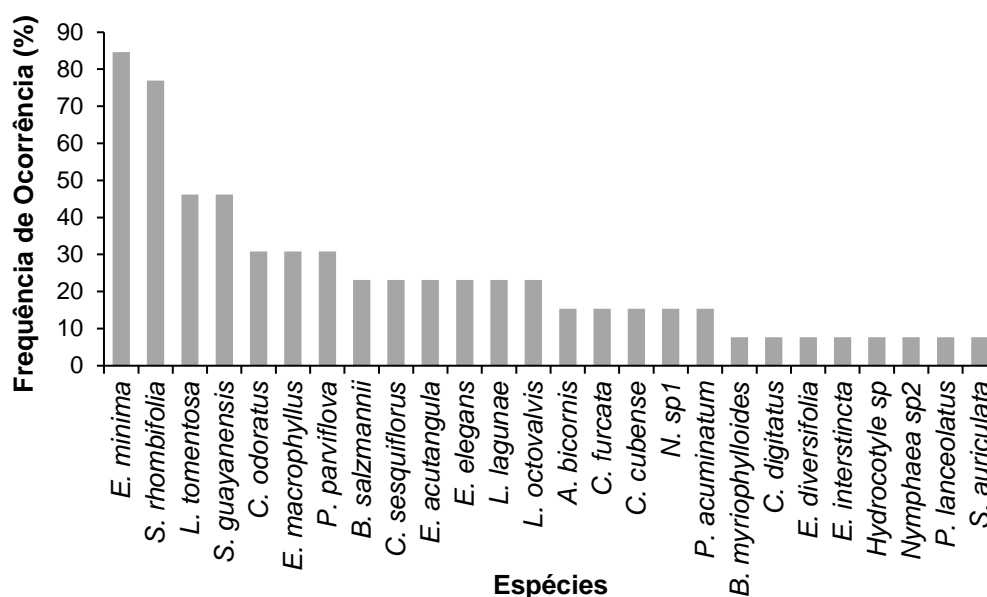
Apesar da alta representatividade, as espécies da família Onagraceae não oferecem riscos a geração de energia pois possuem potencial de infestação baixo e em sua maioria colonizam as margens do reservatório.



**Figura 17.** *Ludwigia tomentosa* registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

Em relação à frequência de ocorrência de espécies por pontos amostrais (Gráfico 13), a espécie *Eleocharis minima* foi a mais representativa, ocorrendo em todos os pontos amostrados (84,6%) seguida de *Sagittaria rhombifolia* (76,9%), *Ludwigia tomentosa* e *Sagittaria guayanensis* (46,2%, cada).





**Gráfico 13.** Frequência de ocorrência das espécies registradas no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

De acordo com Pott & Pott (2000), *Eleocharis minima* (Figura 18) aumenta sua população com a perturbação do ambiente natural, podendo diminuir com o avanço de plantas maiores. Essa espécie forma emaranhados submersos que, ao se soltarem dos locais onde estão fixados, podem chegar à barragem e causar danos às turbinas de uma hidrelétrica.

Devido à alta representatividade da *E. minima* no reservatório é possível que com o aumento do nível da água na estação chuvosa ocorra o desprendimento das partes mortas dessas plantas e o deslocamento desses emaranhados até a grade da tomada d'água.

Alterações dos níveis de água reconhecidamente afetam as assembleias de macrófitas aquáticas, mas os efeitos desse processo variam de acordo com a forma biológica da macrófita e também dependem da amplitude e duração das alterações (THOMAZ & BINI, 2003).



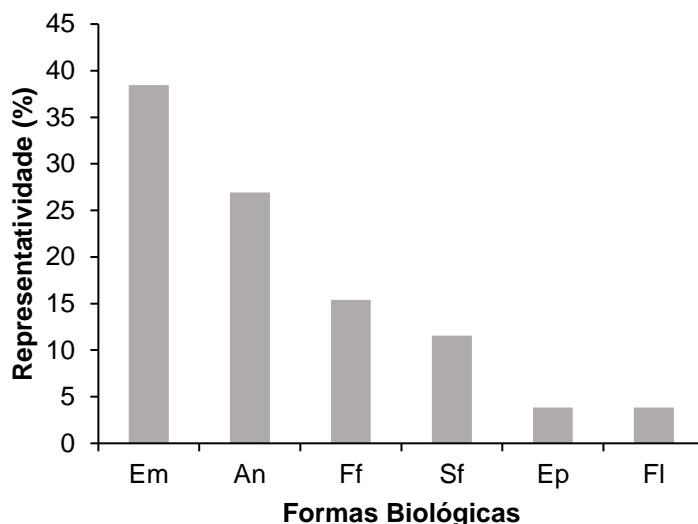
**Figura 18.** *Eleocharis minima*, registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

A espécie *Sagittaria rhombifolia* (Alismataceae) (Figura 19), registrada com 76.9% de ocorrência nesta campanha, é uma erva aquática emergente, propaga-se por divisão de touceira ou semente e floresce de outubro a junho. Ocorre frequentemente em água corrente ou parada, diminuindo em áreas com pastejo de gado e capivara (POTT & POTT, 2000).



**Figura 19.** *Sagittaria rhombifolia* registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

Em relação às formas biológicas (F.B.), 38.5% foram de espécies Emergentes (Em), seguidas das Anfíbias (An) com 26.9% e Flutuantes-fixas (Ff) com 15.4% (Gráfico 14).



**Gráfico 14.** Representatividade das formas biológicas encontradas nos habitats amostrados na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Em= emergente, An= anfíbia, Ff= flutuante-fixa, Sf= submersa-fixa. Agosto de 2019.

Para a forma biológica emergente as espécies da família Alismataceae e Onagraceae foram as mais representativas, para a forma biológica anfíbia as principais representantes foram as famílias Onagraceae e Cyperaceae. Para a forma submersa-fixa as representantes foram as espécies *Eleocharis minima* (Cyperaceae) e *Cabomba furcata* (Cabombaceae).

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

Para a forma flutuante-fixa foram registradas quatro espécies nesta campanha: *Sagittaria guayanensis* (Alismataceae), duas espécies do gênero *Nymphaea* (Nymphaeaceae) e *Eichhornia diversifolia* (Pontederiaceae).

A espécie *Sagittaria guayanensis* (Figura 20) é uma planta daninha infestante de canais de irrigação e drenagem, sendo abundante em águas rasas paradas ou lentas e beira de lagoas. (POTT & POTT, 2000; LORENZI, 2008).



**Figura 20.** *Sagittaria guayanensis* registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

A espécie *Eichhornia diversifolia* é uma erva aquática flutuante fixa, floresce de outubro a maio, possui propagação vegetativa e é de ampla dispersão, cresce em águas rasas em meandros e brejos (POTT & POTT, 2000).

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)

A localização do reservatório também pode influenciar a colonização por macrófitas pois bacias hidrográficas impactadas pelo desmatamento e pela atividade agrícola contribui com o processo de assoreamento, que reduz a profundidade fazendo com que extensos bancos de macrófitas possam se desenvolver nesses ecossistemas (THOMAZ, 2002).

Dos locais monitorados, os pontos que apresentam pouca profundidade, baixa velocidade da água e presença de vegetação remanescente (Figura 21), são propícios a um maior acúmulo de macrófitas, porém nesta campanha nenhum dos pontos



amostrados apresentou alta densidade de macrófitas, devido a maior parte das espécies registradas serem emergentes, sua colonização ocorre mais próxima as margens.



**Figura 21.** Área com pouca profundidade na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril de 2020.

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

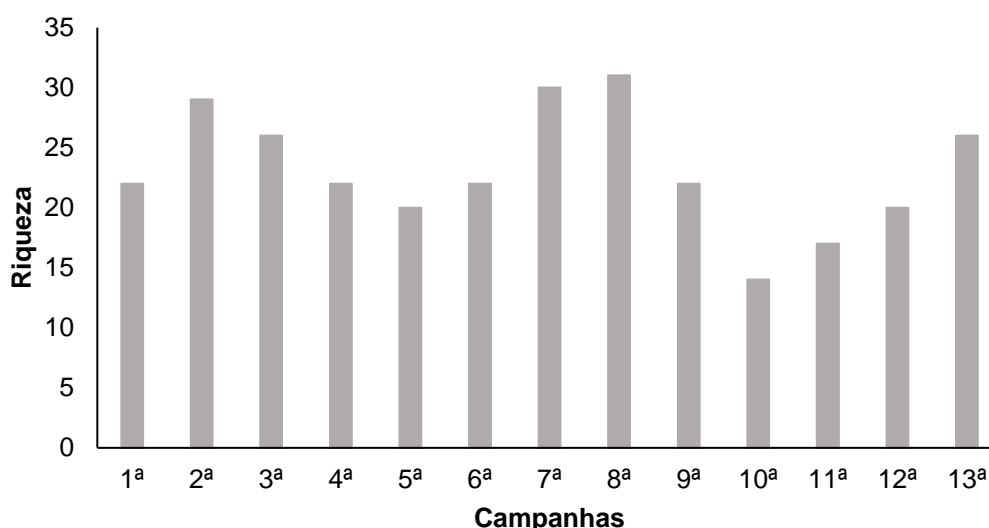
Destaca-se a importância da manutenção periódica dos *log-booms* para a prevenção de danos à geração de energia, fazendo com que cumpram sua função de interceptar os troncos e galhos, baceiros e plantas flutuantes evitando que se desloquem e obstruam a tomada d'água.

A colonização inicial de reservatórios depende de fontes de propágulos, que, através de mecanismos de dispersão (aves aquáticas, peixes, tributários e embarcações) alcançam os novos ambientes formados. Enquanto que o sucesso da colonização depende de uma variedade de fatores ecológicos, dentre eles os fatores físicos e químicos como a estrutura e composição química do sedimento, à estrutura dos habitats, padrão de flutuação dos níveis de água (ESTEVES & CAMARGO, 1986; FRENCH & CHAMBERS, 1996; THOMAZ, 2002), composição química da água (FEIJOÓ *et al.*, 1996; BINI *et al.*, 1999), velocidade da água (CARR *et al.*, 1997), declividade da margem (DUARTE & KALFF, 1986; BINI, 2001) e exposição ao vento

e sedimentação (SOUZA, 2000; THOMAZ, 2002). Outros fatores que interferem no sucesso da colonização são as interações específicas, como a competição e herbivoria (JANES *et al.*, 1996; HOOTSMANS, 1998; SARBU & CRISTOFOR, 1998; CAMARGO & FLORENTINO, 2000).

### 8.3.2. Resultados Consolidados

Os valores de riqueza registrados variaram ao longo das campanhas de monitoramento do empreendimento (Gráfico 15). Durante o monitoramento iniciado em 2016 até esta última campanha em abril de 2020 foram registradas 67 espécies distribuídas em 26 famílias e 36 gêneros (Tabela 14). Os maiores valores foram registrados durante a sétima e oitava campanha (fevereiro e maio de 2018).

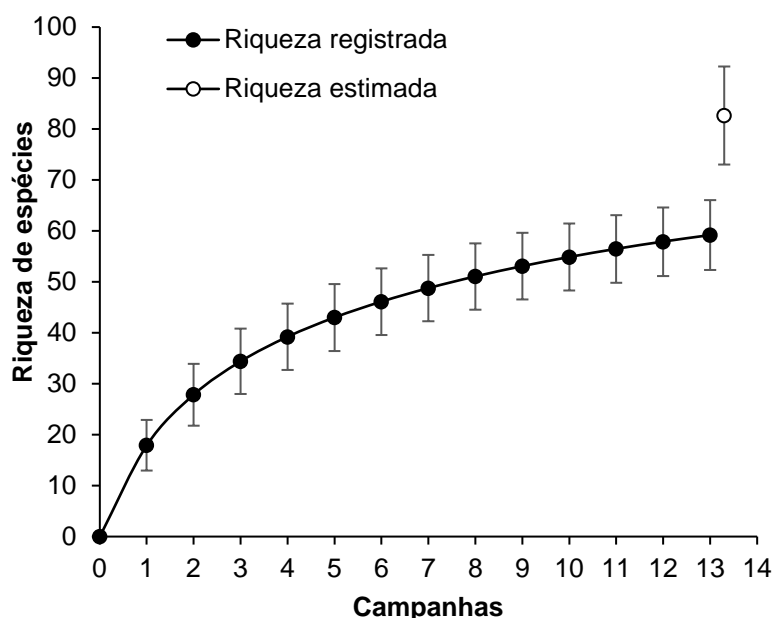


**Gráfico 15.** Riqueza de espécies registradas durante as campanhas de monitoramento da macrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Abril 2020.

Durante a campanha houve acréscimo de um novo registro, totalizando 67 espécies de plantas higrófitas registradas até o momento para o monitoramento da PCH Verde 4. Ao final da campanha a curva do coletor calculada pelo método de rarefação (Gráfico 16) mostra que a riqueza de espécies registrada foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife*. Dessa forma, é provável que ocorra um incremento da riqueza para o local, pois a diversidade de plantas aquáticas está associada à diversidade de habitats, à ampla distribuição neotropical de espécies e aos pulsos de inundação, que pode ter efeito sazonal em corpos d'água marginais a rios, que estão sujeitos a influxos hidrológicos variáveis em intensidade e frequência, dependendo da



sua localização e de seu grau de associação com esses cursos d'água (JUNK *et al.*, 1989; WANTZEN *et al.*, 2005), portanto é esperado que novos registros de espécies deste grupo ainda ocorram ao longo deste monitoramento.



**Gráfico 16.** 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 abril de 2020.

**Tabela 14.** Espécies registradas durante o monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. **Legenda:** **F.B.** = Formas Biológicas **Em** = emergente, **An**=anfíbia; **Sf**=submersa-fixa; **Ff**=flutuante-fixa e **Ep**=epífita. Potencial de Infestação – **1:** ocorre apenas a presença; **2:** Potencial de infestação leve; **3:** Potencial infestação média e **4:** Potencial de infestação grave. Setembro de 2016 a abril de 2020.

Família	Espécie	Campanhas													Forma Biológica	Potencial de Infestação
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a		
Alismataceae	<i>Echinodorus bolivianus</i>									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	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	Ff	3
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>		x	x	x	x	x	x				x	x	x	Em	3
Apiaceae	<i>Eryngium ebracteatum</i>				x	x									An	1
	<i>Eryngium paniculatum</i>	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		An	1
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i>											x	x	x	Sf	1
Characeae	<i>Chara sp.</i>									x					Sf	1
Cyperaceae	<i>Andropogon bicornis</i>												x	x	Sf	4
	<i>Ascolepis brasiliensis</i>		x	x	x		x	x							Em	2
	<i>Cyperus cubense</i>		x				x			x			x		Ep	2
	<i>Cyperus digitatus</i>										x			x	An	1
	<i>Cyperus esculentus</i>											x			An	1
	<i>Cyperus gardneri</i>								x	x					Ep	1
	<i>Cyperus luzulae</i>				x										Em	2
	<i>Cyperus odoratus</i>									x		x	x	x	An	2

Família	Espécie	Campanhas													Forma Biológica	Potencial de Infestação
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a		
	<i>Cyperus sesquiflorus</i>		x				x	x						x	Em	2
	<i>Cyperus surinamensis</i>								x						An	1
	<i>Eleocharis acutangula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	An	3
	<i>Eleocharis elegans</i>		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	An	3
	<i>Eleocharis minima</i>		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	Sf	4	
	<i>Pycreus decumbens</i>													Em	2	
	<i>Pycreus lanceolatus</i>		x					x	x		x	x		Em	2	
	<i>Rhynchospora corymbosa</i>		x											Em	2	
<b>Droseraceae</b>	<i>Drosera sp.</i>	x												An	1	
<b>Eriocaulaceae</b>	<i>Syngonanthus nitens</i>									x				An	1	
<b>Hydrocharitaceae</b>	<i>Apalanthe granatensis</i>					x								Sf	1	
<b>Lamiaceae</b>	<i>Hyptis lorentziana</i>								x					An	1	
<b>Lentibulariaceae</b>	<i>Utricularia gibba</i>	x	x		x					x		x	x	Sf	1	
<b>Lycopodiaceae</b>	<i>Lycopodium sp.</i>										x			Em	1	
<b>Lythraceae</b>	<i>Cuphea melvilla</i>	x	x	x						x				Em	1	
	<i>Cuphea sp.</i>		x	x				x	x					Em	1	
<b>Melastomataceae</b>	<i>Microlicia euphorbioides</i>										x			An	1	
	<i>Pterolepis glomerata</i>											x		An	1	
<b>Nymphaeaceae</b>	<i>Nymphaea sp1</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	Ff	1
	<i>Nymphaea sp2</i>					x	x	x	x	x			x	x	Ff	1
<b>Onagraceae</b>	<i>Ludwigia grandiflora</i>						x						x	Em	1	
	<i>Ludwigia inclinata</i>											x		Sf	3	
	<i>Ludwigia irwinii</i>											x		Em	1	

Família	Espécie	Campanhas													Forma Biológica	Potencial de Infestação
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a		
	<i>Ludwigia lagunae</i>						x		x				x	x	Em	1
	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	x			x				x						An	1
	<i>Ludwigia nervosa</i>							x							Em	1
	<i>Ludwigia octovalvis</i>					x		x	x	x			x	x	An	1
	<i>Ludwigia sp.</i>											x	x		An	1
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	An	1
<b>Plantaginaceae</b>	<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	Em	1
<b>Poaceae</b>	<i>Andropogon bicornis</i>	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x		Em	1
<b>Polygonaceae</b>	<i>Polygonum acuminatum</i>	x	x	x		x								x	Em	1
<b>Pontederiaceae</b>	<i>Eichhornia crassipes</i>			x	x										Fl	4
	<i>Eichhornia diversifolia</i>		x	x	x	x		x	x	x			x	x	Ff	4
	<i>Pontederia parviflova</i>	x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	Em	3
<b>Pteridaceae</b>	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	x	x	x	x	x	x		x	x					An	1
<b>Salviniaceae</b>	<i>Salvinia auriculata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	Fl	4
<b>Typhaceae</b>	<i>Typha sp.</i>								x						Em	3
<b>Xyridaceae</b>	<i>Xyris savannensis</i>	x	x	x			x	x							An	1
<b>Zingiberaceae</b>	<i>Hedychium coronarium</i>						x	x							An	3

#### 8.4. Considerações Finais

Foram encontradas pela empresa FIBRAcon, um total de 67 espécies da flora associadas ao ambiente aquático, sendo que até o momento, as espécies que merecem atenção na área de influência da PCH Verde 4 são: *Eleocharis acutangula*, *E. interstincta*, *E. minima*, *Hydrocleys parviflora*, *Pontederia parviflora*, *Sagittaria rhombifolia*, *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes*, espécies consideradas altamente infestantes e potencialmente danosas à geração de energia.

Não se pode descartar a possibilidade de ocorrência de uma colonização futura do reservatório por diferentes espécies de macrófitas, sobretudo em função de possíveis mudanças ambientais provocadas por alteração do uso do solo na bacia. Essas mudanças podem implicar em um maior aporte de nutrientes para o reservatório e sua eutrofização progressiva. Além disso, a existência de grande número de açudes nas drenagens contribuintes, que podem funcionar como banco de espécies, disseminador de propágulos vegetativos e sementes de espécies invasoras podem favorecer a colonização.

As explosões populacionais que ocorrem logo após a formação de reservatórios acontecem geralmente em locais associados com os pulsos iniciais de nutrientes decorrentes da formação desses sistemas. No caso da PCH Verde 4, ainda estão sendo registradas as primeiras colonizações após o enchimento do lago.

Além da área ocupada, é importante também o monitoramento da localização dos baceiros e bancos de macrófitas que se formam no reservatório de forma a monitorar o deslocamento que pode ocorrer em direção a tomada d'água. Até o momento não foram registrados baceiros no reservatório.

Um fator importante na prevenção de danos à geração de energia é a manutenção periódica dos *log-booms*, necessária para que cumpram sua função de interceptar os troncos e galhos, baceiros e plantas flutuantes evitando que se desloquem e obstruam a tomada d'água.

Os reservatórios têm sido os ecossistemas mais afetados pelo desenvolvimento maciço de macrófitas portanto a continuidade do monitoramento ao longo de diferentes épocas do ano e contemplando diferentes ambientes propícios ao desenvolvimento de macrófitas aumentará a riqueza registrada e também poderá gerar conhecimento para proposição de possíveis ações de manejo, principalmente de espécies que representem potenciais danos à geração de energia.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADECOAGRO Vale do Ivinhema. 2014. Estudo de Impacto Ambiental - EIA - Relatório Complementar. 283p.

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.

BINI, L. M. 2001. Dinâmica populacional de *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae): sobrevivência de uma espécie submersa em um ambiente subtropical com elevada turbidez (reservatório de Itaipu Binacional, Brasil Paraguai). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. 134 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Maringá.

BINI, L. M. *et al.* 1999. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 415, p. 147-154.

BIOLÁQUA Ambiental. 2020. Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, Comunidades Aquáticas e Hidrossedimentológico, Relatório Técnico nº16. PCH Verde 4 – Rio Verde, Município de Água Clara-MS. 241p.

BOURRELLY, P. 1981. Lês algues d'eau douce: alques bleues et rouges. Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé.

BOURRELLY, P. 1985. Lês algues d'eau douce: alques bleues et rouges. Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé. 606p.

BOURRELLY, P. 1988. Lês algues d'eau douce complements tome I: alques vertes, Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé. 183p.

BRAGA, J.D. SAMPAIO, E.V.S.B., PEREIRA, S.M.B., LEÇA, E.E. & TEXEIRA M.G. 1999. Programa de controle de macrófitas aquáticas no Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso e na UHE Itaparica. In: SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e



Transmissão e Energia Elétrica. Foz do Iguaçu,. Seminário... Foz do Iguaçu: GIA/15, 1999. p. 1-4.

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

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.

CAMARGO, A. F. M.; FLORENTINO, E. R. 2000. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C. F. Mey in a lotic environment of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). R. Bras. Biol., v. 60, n. 1, p. 83-92.

CAMARGO, V.M. & FERRAGUT, C. 2014. Estrutura da comunidade de algas perifíticas em *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schult (Cyperaceae) em reservatório tropical raso, São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea 41(1): 31-40.

CARR, G. M.; DUTHIE, H. C.; TAYLOR, W. D. 1997. Models of aquatic plant productivity: a review of the factors that influence growth. Aquatic. Bot., v. 59, p. 195-215.

CARVALHO, FT., GALO, M.L.B.T., VELINI, E.D. & MARTINS, D. 2003. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de barra bonita, no Rio Tietê. Planta Daninha, vol. 21, p. 5-19.

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.

CAVENAGHI, A.L., VELINI, E.D., GALO, M.L.B.T., CARVALHO, F.T., NEGRISOLI, E., TRINDADE, M.L.B. & SIMIONATO, J.L.A. 2003. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do Rio Tietê. Plantas Daninhas, Viçosa, 21: 43-52.

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.

COOK, C.D.K. 1974. Water plants of the world. The Hague, W. Junk.

DUARTE, C. M.; KALFF, J. 1986. Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities. *Limnol. Oceanogr.*, v. 31, p. 1072-1080.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa, UCB, Brasília. 156p.

ESTEVEES, F. A.; CAMARGO, A. F. M. 1986. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnol. Bras.*, v. 1, p. 273-298.

ESTEVEES, F.A. 1998. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP. 602p.

FEIJOÓ, S. C. *et al.* 1996. Factors influencing biomass and nutrient content of the submersed macrophyte *Egeria densa* Planch., in a pampasic stream. *Hydrobiologia*, v. 341, p. 21-26.

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.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 22 abr. 2020

FRANCESCHINI, I.M. 2003. Chave de Identificação dos Gêneros de Algas (exceto Bacillariophyceae) mais Comumente Encontrados no Perifíton e Metafíton de Ambientes Aquáticos Continentais. In: Schwarzbald, A.; Burliga, A.L. & Torgan, L.C. *Ecologia do Perifíton*. São Carlos: RiMa Editora.. 245-265.

FRENCH, T. D.; CHAMBERS, P. A. 1996. Habitat partitioning in riverine macrophyte communities. *Fresh. Biol.*, v. 36, p. 509-520.

FROEHLICH, C.G. (org.). 2007. Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: [http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online/](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/)

FUSARI, L. M., ROQUE, F. D. O., & LAMAS, C. J. E. 2017. Checklist of Chironomidae from Mato Grosso do Sul state. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

GARRAFFONI, A. R. S. 2017. Checklist of Gastrotricha from Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

GIL, A.S.B. & BOVE, C.P. 2007. *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica* 7: 1-31.

GONZÁLES, A.C. 1996. Las Chlocooccales dulciacuícolas de Cuba. *Berlim:J Cramer*. 192p.

GUTIÉRREZ-FONSECA, P. E., & LORION, C. M. 2014. Application of the BMWP-Costa Rica biotic index in aquatic biomonitoring: sensitivity to collection method and sampling intensity. *Revista de Biología Tropical*, 62, 275-289.

HAYNES, R. R., HOLM-NIELSEN, L. B. 1994. The Alismataceae. *Flora neotropica*, 1-112.

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.

HOOTSMANS, M. J. M. 1998. Modelling *Potamogeton pectinatus* for better or for worse. In: MONTEIRO, A.; VASCONCELOS, T.; CATARINO, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 1988, Lisbon. Proceedings... Lisbon: APRH, p.75-78.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. 1998. In: Workshop Controle De Plantas Aquáticas, 1988, Brasília. Resumos... Brasília: IBAMA. p. 1-3.

JANES, R. A.; EATON, J. W.; HARDWICK, K. 1996. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. And *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, v. 340, p. 23-26.

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, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S. & FRANÇA, E. S. 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12: 73-87.

JUNQUEIRA, V. M., & CAMPOS, S. C. M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10(2), 125-135.

KARR, J. R. 1991. Biological integrity: A long-neglected aspect of water resource management. *Ecological applications*, 1(1), 66-84.

KELLY, M. 2002. Water Quality Assessment by Algal Monitoring. IN: Burden, F.R.; McKelvie, I.; Forstner, U; Guenther, A. Environmental Monitoring Handbook. Ed MacGraw-Hills Access Engineering. 4.1-4.19p.

KOMAREK, J. & AGNOSTIDIS, K. 1999. Cyanoprokaryota (1. Teil: Chroococcales). Bd. 19/1. In: Ettl, H; Gärtner, G.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. (org). SuBwasserfloraa von Mitteleuropa. Jena: Gustav Fischer Verlag

KOMAREK, J. & AGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokariota (2. Teil: Oscillatoriales). Bd 19/2 In: Büdel, B.; Gärtner, G.; Krienitz, L.; Schagerl, M. (org.) 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.

KOSTE W. 1978. Rotatoria - Die rädertiere Mitteleuropas. In: Voig, M. Überordnung Monogononta. Stuttgart: Gebrüder Bosntraeget.

LECCI, L. S., & RIGHI-CAVALLARO, K. O. 2017. Checklist of Plecoptera (Insecta) from Mato Grosso do Sul State, Brazil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

LEHN, C.R.; BUENO, M.L.; KUFNER, D.C.L.; SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V.J.; DAMASCENO-JUNIOR, G.A. 2011. Fitossociologia de Macrófitas Aquáticas associadas ao Rio Miranda, Pantanal, MS, Brasil. Revista de Biologia Neotropical 8(2): 23-31.

LEITE, K.R.B.; FRANÇA, F. & SCATENA, V.L. 2009. Anatomia de espécies anfíbias de Cyperaceae de lagoas do semi-árido, BA, Brasil. Acta Bot. Bras. 23(3): 786-796.

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.

MARCONDES, D.A.S.; MUSTAFÁ, A.L.; TANAKA, R.H. 2003. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupiá. In: THOMAZ, M. S.; BINI, M. L. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: EDUEM, 2003. v. 1. p. 299-318.

MATIAS, L.Q. Alismataceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB39>>. Acesso em: 14 mai. 2020

MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA N.º 2.914 – Padrões de Potabilidade. 12 de dezembro de 2011. Brasília.

MINISTÉRIO DA SAÚDE: Fundação Nacional de Saúde, 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Brasília: 56 pg.

MORETTI, M. S. 2004. Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos. Laboratório de ecologia de bentos da UFMG, Belo Horizonte, MG. Disponível em: [www.icb.ufmg.br/big/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/AtlasBenthos.pdf](http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/AtlasBenthos.pdf)

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. 2010. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 1a ed., 176p.

MUNHOZ, C.B.; FELFILI, J.M. 2006. Composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo em uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. Acta Botanica Brasilica 20: 671-685.

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.

OLIVEIRA, M. T. & HARDOIM, E. L. 2010. Study of testacean assemblages (Protozoa: Rhizopoda) in touristic waterfall regions of Chapada dos Guimarães National Park, Mato Grosso State, Brazil. Acta Scientiarum, Biological Sciences, 32:4, pp. 387-395.

PEDRALLI, G. 1990. Macrófitas aquáticas: técnicas e métodos de estudos. Estudos de Biologia, n. 26, p. 5 - 24.

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

PESAMOSCA, S.C. & BOLDRINI, I.I. 2015. O gênero *Ludwigia* L. (Onagraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre.

PITELLI, R.A. 1998. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. IN: Workshop Controle de Plantas Aquáticas, 1998, IBAMA/Brasília – Resumos: 36-38.

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



REID J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea Copepoda). Boletim de Zoologia, v. 9, p.17-143.

ROCHE, K.F. & SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Rotifera (Animalia) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017105, 2017. 10pp.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D.C.; MOSCHINI-CARLOS, V. 2003. O papel do perífíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz, S.M.; Bini, L.M. (ed.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá : EDUEM. 211-229.

RODRIGUES, M. E., & ROQUE, F. D. O. 2017. Odonata checklist of Mato Grosso do Sul state, Brasil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

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.

SARBU, A.; CRISTOFOR, S. 1998. High competitive submerged macrophytes in the lower Danube floodplain and desta. In: MONTEIRO, A.; VASCONCELOS, T.; CATARINO, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 10, 1998, Proceedings... Lisbon: APRH. p.119-122.

SEGRS H. 1995: Rotifera. Vol. 2. The Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing bv., Hague.

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

SILVA, F. H., & SALLES, F. F. 2017. Checklist of Ephemeroptera of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. IHERINGIA SERIE ZOOLOGIA, 107.

SILVA, W. M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. Checklist of fresh-water living Copepoda Cyclopoida from São Paulo State, Brazil. Biota Neotr. 11(1). p. 1-11.



SILVA, W. M. 2003. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do estado de São Paulo: Taxonomia, ecologia e genética. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

SILVA, W. M. 2011. Potencial use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. *Oecologia australis* v. 15, n.3, p. 511 - 521.

SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55 (3): 705-731.

SOUZA, D. 2000. Padrões de diversidade alfa e beta de macrófitas aquáticas em diferentes escalas espaciais no reservatório de Itaipu. Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 37 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Maringá.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2012. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3ª Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

SOUZA, V.C. & 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.

SOUZA-SOARES, F.; TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. M. 2011 Check-list of fresh-water Rotifera from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.*, 11. Versão digital disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bn/v11s1/a20v11s1.pdf>.

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, S.M & BINI, L.M. 2003. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas / Sidinei Magela Thomaz, Luis Mauricio Bini, editores. -- Maringá : EDUEM.

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.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.

WANTZEN, K.M.; DRAGO, E. & SILVA, C.J.S. 2005. Aquatic habitats of Upper Paraguai 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.): e2017113, 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



## 10. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do Programa de Monitoramento de Comunidades Aquáticas e Macrófitas da 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	 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


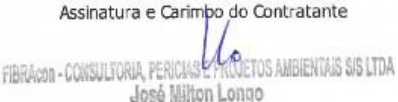

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 1965.2261.9792.7323**

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



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)





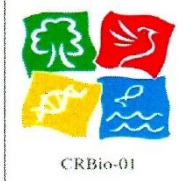
28/09/2016

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>2016/06224</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: DANIELE LOUISE CESQUIN CAMPOS		3.Registro no CRBio: 100877/01-D	
4.CPF: 006.736.491-80	5.E-mail: daniellelouise@hotmail.com		6.Tel: (67)3361-1142
7.End.: CAMUYRANO 104		8.Compl.:	
9.Bairro: PANAMA	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 : 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 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: SET/2016	35.Término:
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			 CRBio-01
Data: 28/09/16	Data: 29/9/16		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
<i>Danielle Louise Cesquin Campos</i>	 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: 2024.2065.9910.8382**

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-ARI 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			 CRBio-01
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 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)

**MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS  
ICTIOFAUNA  
PCH VERDE 4**

**RELATÓRIO TÉCNICO**



**SAVANA GERAÇÃO  
DE ENERGIA**

  
**Fibracon**  
AMBIENTAL

**ÁGUA CLARA - MS**

**Fevereiro de 2020**

**13ª 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.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Milton Longo (Coordenador e Ictiofauna)

CRBio: 23.264/01-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 .....	8
6. Lista das espécies endêmicas, raras as não descritas para a área ou pela ciência, indicadoras de qualidade ambiental, as de importância econômica e cinegética, as potencialmente invasoras, exóticas e as migratórias .....	13
7. Comparativo do monitoramento atual com as campanhas anteriores.....	14
9. Conclusões e Recomendações.....	19
10. Referências Bibliográficas .....	20
11. Anexos.....	22
ANEXO I.....	23
ANEXO II.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

A ictiofauna da bacia do Rio Paraná é a mais conhecida dentre as grandes bacias hidrográficas brasileiras (LANGEANI *et al.*, 2007), e é também a mais influenciada por represamentos no Brasil (AGOSTINHO *et al.*, 2008).

Isso é importante no cenário pelo qual hidrelétricas são apontadas como uma das causas de impactos ambientais e de extinção de espécies de peixes (LIMA, 2004; AGOSTINHO *et al.*, 2008), recebem fortes críticas quanto à efetividade das medidas mitigadoras de impactos (AGOSTINHO & GOMES, 2005), mas concomitantemente fornecem importantes oportunidades para pesquisa aplicada ao tema (como SANTOS *et al.*, 2004). Esse é o contexto no qual 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 do empreendimento.

Este documento tem como objetivos apresentar métodos, resultados e discussões da décima terceira campanha de monitoramento da ictiofauna, realizada de 17 a 19 de fevereiro de 2020, 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), trechos do rio Verde a montante do empreendimento, na projeção de seu reservatório e a jusante. As estações são trechos de cerca de um quilômetro onde foram realizadas as amostragens com tarrafas, 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 está localizado nos dois quilômetros imediatamente a jusante do barramento da PCH Verde 4A. Assim, essa estação de amostragens serve concomitantemente como ponto jusante no monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4A e como montante neste programa de monitoramento para a PCH Verde 4. A porção mais a jusante, relativamente profunda (Figura 1), com formação de praias e correnteza moderada foi selecionada para uso de redes de espera e redes de arrasto, enquanto que amostras com tarrafas foram concentradas em porções com maior correnteza e menor profundidade da estação de amostragens.



**Figura 1.** Estação de amostragens a montante, no monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Agosto de 2019.

**Reservatório:** O trecho selecionado está localizado entre um e dois quilômetros a montante do barramento na porção profunda da projeção do reservatório da PCH Verde 4 (Figura 2). O rio originalmente apresentava correnteza e várias corredeiras nesse trecho.



**Figura 2.** Área do reservatório no monitoramento de ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2020.

**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 2020.

## 2.2. COLETA DE DADOS

Em todas as estações de amostragens foram utilizadas redes de espera, tarrafas e redes de arrasto. Baterias de redes de espera com malhas 15 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm, 100 mm, 120 mm entre nós opostos. As redes foram armadas ao entardecer (18 h) e retiradas pela manhã (6 h) por um 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.

Vinte e cinco lances de tarrafa (diâmetro de 2,5 m, malha de 25 mm entre nós) foram realizados em cada estação amostral, sendo uma por dia, 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.

Cinco 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 é 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).

Apenas exemplares de peixes excessivamente feridos ou mortos pelas redes de espera serão 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:

onde  $H'$  é o índice de *Shannon* e  $\ln S$  é o logaritmo natural do número de espécies registradas (MAGURRAN, 2004).

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

Para a apresentação do sucesso de captura por unidade de esforço amostral (CPUE) com redes de espera foi utilizada a unidade indivíduos por 1000 metros quadrados de redes por 24 horas:

$$CPUE = ind / (1000 m^2 \times 24 h)$$

Foram consideradas espécies reofilicas aquelas citadas por AGOSTINHO *et al.* (2003) e consideradas ameaçadas as constantes na lista do MMA (2018) e IUCN (2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento foram registradas diretamente 37 espécies de peixes neste programa de monitoramento (Tabela 2), 12 das quais foram registradas na campanha de fevereiro de 2020, incluindo os primeiros registros diretos de *Prochilodus lineatus* (curimbatá, Figura 4) e de *Cichlasoma paranaense* (cará).

Há outras seis espécies registradas na área pela equipe de manejo e transposição da ictiofauna durante o resgate da ictiofauna em função de instalação de ensecadeira na PCH Verde 4 (Tabela 3). Somando esses registros secundários aos dados primários do monitoramento, tem-se 43 espécies de peixes registradas na área da PCH Verde 4, mas provavelmente mais espécies serão registradas no decorrer do monitoramento, a julgar pelas 52 espécies da ictiofauna na área da PCH Verde 4A (FIBRACON, 2018), em trecho do rio Verde logo a montante.

Nesta campanha, a espécie mais abundante foi o curimbatá (Figura 4) *Prochilodus lineatus* (Gráfico 1). Em campanhas anteriores foram mais abundantes *Piabina argentea* (pequira), *Astyanax altiparanae* (lambari), *Galeocharax knerii* (saicanga),



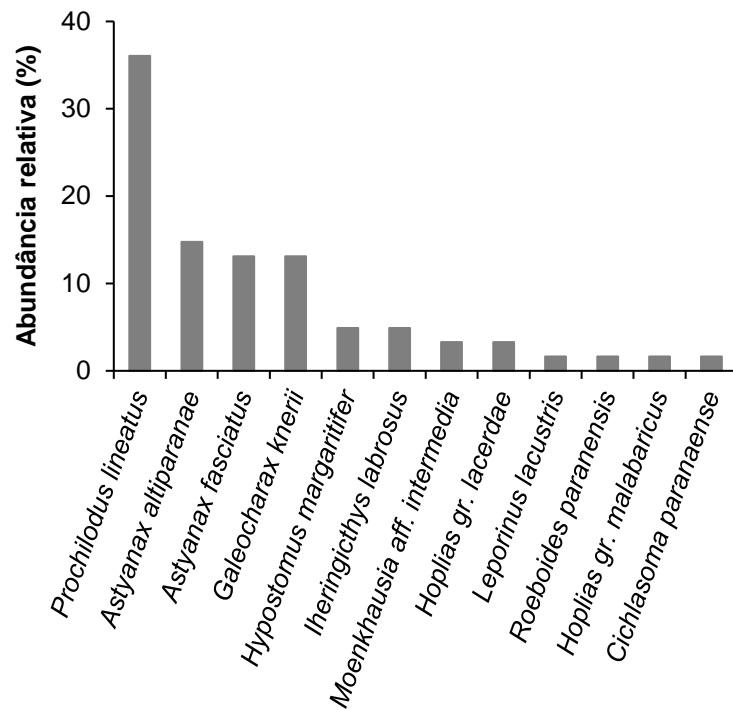
*Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) e *Bryconamericus stramineus* (piquirá). Todas são Characiformes (conhecidos como “peixes de escamas”), que foi o grupo mais abundante nas amostras. Isso coincide com o padrão esperado para a ictiofauna neotropical (LOWE-MCCONELL, 1999), com maior representatividade de Characiformes (Figura 4), a seguir os Siluriformes (bagres e cascudos, Figura 5), Perciformes (corvinas, tucunarés e carás) e outras ordens menores, como Gymnotiformes (tubarões).



**Figura 4.** Exemplar de *Prochilodus lineatus* (curimatá) espécie de Characiformes registrado e libertado na área diretamente afetada pelo enchimento do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2020.



**Figura 5.** Exemplar de *Hypostomus margaritifer* (cascudo) espécie de Siluriformes registrado e libertado na área a jusante do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2020.



**Gráfico 1.** Ranking de abundâncias das espécies registradas na campanha de fevereiro de 2020 do monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.



**Tabela 3.** 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 AS NÃO DESCRITAS PARA A ÁREA OU PELA CIÊNCIA, INDICADORAS DE QUALIDADE AMBIENTAL, AS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E CINEGÉTICA, AS POTENCIALMENTE INVASORAS, EXÓTICAS E AS 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 novos registros. Uma exceção, já tratada por especialistas, é o fato de *Hoplias malabaricus* (traíra) formar um grupo de pelo menos três “tipos”, diferenciáveis por análises citogenéticas (PAZZA & JÚLIO Jr., 2003), os quais no futuro podem ser transformados em espécies distintas.

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, 2018) e a IUCN *Red List* (2014). Contudo *Salminus hilarii* (tabarana) e *Myloplus tiete* (pacu-peva) são consideradas “quase ameaçadas de extinção” em função da raridade de captura no Alto Rio Paraná, segundo ABILHOA & DUBOC (2004).

Dentre as espécies registradas, apenas *Salminus hilarii* (tabarana), *Leporinus elongatus* (piapara), e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) são espécies reofilicas (migradoras de longas distâncias), segundo os critérios de AGOSTINHO *et al.* (2003). Ainda pelos critérios desse autor, *Astyanax* spp. (lambaris), *Hoplias* spp. (traíras), *Iheringichthys labrosus* (mandi-beiçudo,) e *Pimelodus argenteus* (mandi) 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, por pescadores, de dourado (*Salminus brasiliensis*) e piraicanjuba (*Brycon orbygnianus*) a montante da PCH Verde 4, mas sem sucesso de captura nas amostragens deste programa de monitoramento. As espécies supra-citadas, 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 espécie alóctone, introduzida a partir da bacia Amazônica. *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jejú), também pode ser considerada alóctone, pois colonizou a bacia do Alto Rio Paraná apenas depois da instalação da UHE Itaipu e alagamento da barreira natural de Sete Quedas segundo JÚLIO JÚNIOR *et al.* (2009).

## 7. COMPARATIVO DO MONITORAMENTO ATUAL COM AS CAMPANHAS ANTERIORES

Na campanha mais recente (fevereiro de 2020) foram registrados 61 indivíduos pertencentes a 12 espécies (Gráfico 2) e sete famílias taxonômicas de peixes (Tabela 2), o que representa valores intermediários de abundância e riqueza de espécies comparação às campanhas anteriores.

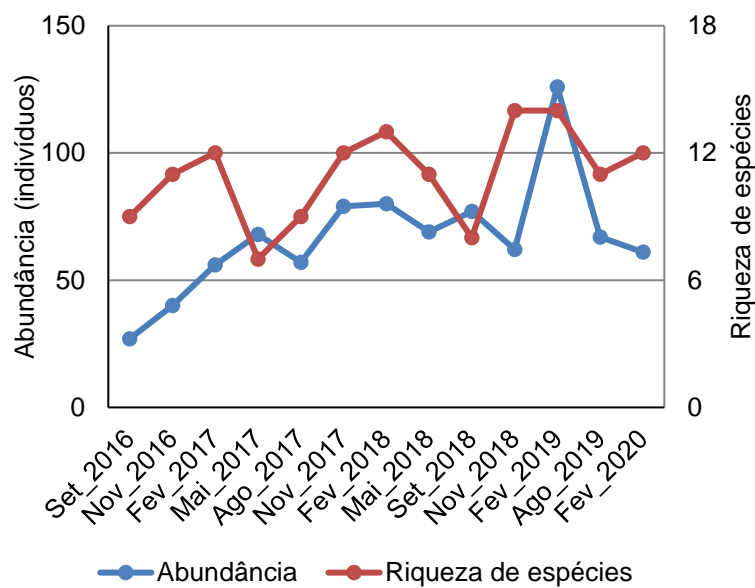
Nesta campanha (fevereiro de 2020) ocorreu alta representatividade de curimatá (*Prochilodus lineatus*) no reservatório, possivelmente aproveitando recursos alimentares que se desenvolvem no novo ambiente (Figura 6). Comparativamente, na campanha de fevereiro de 2019 houve importante representatividade do lambari *Astyanax altiparanae* no reservatório, provavelmente pela rápida colonização por esta espécie oportunista. Na campanha de agosto de 2019, porém, não houve registros de *A. altiparanae* ou de outras espécies de Characiformes de pequeno porte, apenas de exemplares de *Hoplias* gr. *lacerdae* (trairão), piscívoros. Isso condiz com modelos de flutuações populacionais de predadores e presas, esperados após a formação do reservatório, com as diferentes áreas do reservatório ou do trecho a montante podem ser fonte de dispersão de espécies nas recolonizações desses ciclos. Do mesmo modo a população de *P. lineatus* registrada nesta campanha poderá passar por oscilações e recolonizações nas diferentes áreas do reservatório.



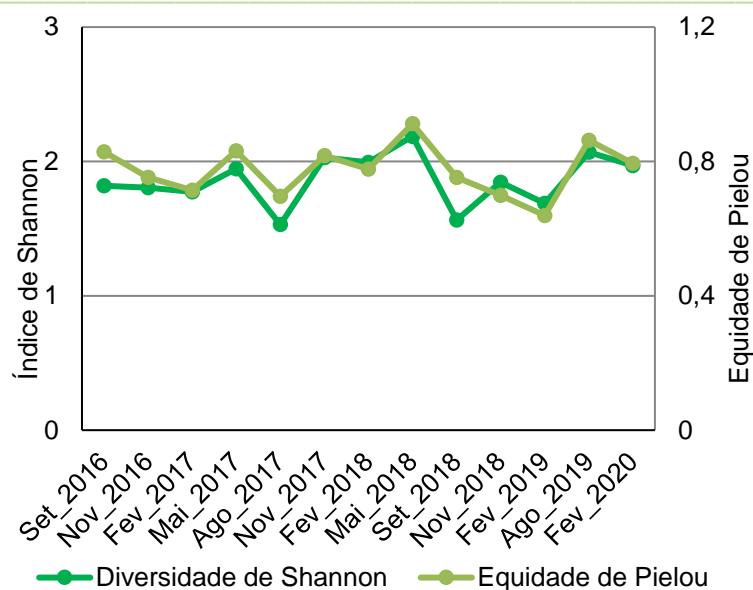
**Figura 6.** Desenvolvimento de biomassa de macrófitas, algas filamentosas e perífiton no reservatório da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2020.



Nesta campanha houve boa distribuição da abundância relativa entre as espécies (Gráfico 1), resultando índice de equidade de *Pielou* de 0,79 (numa escala de 0 a 1), que foi intermediário em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 3). Como equidade e a riqueza taxonômica são componentes da diversidade, a riqueza de espécies (Tabela 2) e equidade intermediárias registradas, repercutiram em índice de diversidade de *Shannon*, também foi intermediário (1,97) em comparação às demais campanhas (Gráfico 3).



**Gráfico 2.** Evolução dos parâmetros abundância de indivíduos e riqueza de espécies de peixes no monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.



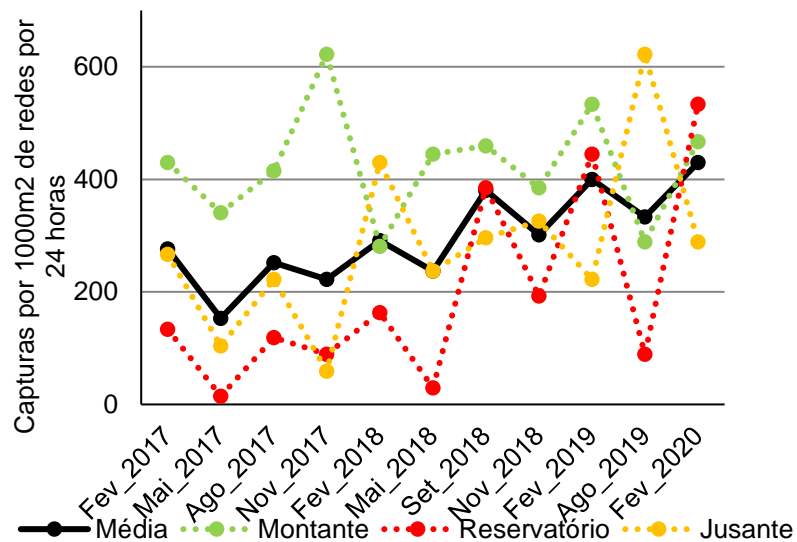
**Gráfico 3.** Evolução dos parâmetros de índice de diversidade de Shannon e equidade de Pielou no monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

O valor médio de CPUE (captura por unidade de esforço) para peixes registrados nesta campanha foi cerca de 430 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas no rio Verde (Tabela 4), valor alto em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 4). Como esperado, esse valor ainda é inferior ao registrado em ambientes maiores, como no rio Paraná, onde foram registrados cerca de 600 a 900 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas entre os anos de 2000 a 2007 (JÚLIO JR. *et al.*, 2007).

Pela primeira vez no monitoramento, a estação do reservatório apresentou o maior sucesso de captura, (Tabela 4, Gráfico 4), com cerca de 533 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas. A estação a montante apresentou valor intermediário em relação às demais estações de amostragens e às demais campanhas, com cerca de 467 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes/24hs (Tabela 4, Gráfico 4). A estação a jusante apresentou o menor índice de sucesso de captura das campanhas, mas o que ainda representa valor mediano em relação às demais campanhas, com cerca de 289 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes/24hs (Tabela 4, Gráfico 4).

Dentre as espécies capturadas, as que apresentam potencial para a pesca, em ordem de importância, conforme procura pelos pescadores amadores locais, biomassa e abundância dos peixes: *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Leporinus elongatus* (piapara), *L. friderici* (piauí-três-pintas), *L. lacustris* (piauí-três-pintas), *Salminus hilarii* (tabarana), *Iheringichthys labrosus* (mandi-beiçudo), *Pimelodus argenteus* (mandi),

*Galeocharax knerii* (dentado), *Myloplus tiete* (pacu-peva), *Hoplias* gr. *malabaricus* e os lambaris *Astyanax altiparanae* e *A. fasciatus*. *Sternopygus macrurus*, *Gymnotus inaequilabiatus* e *Eigenmannia trilineata* (tuviras) apresentam interesse à pesca pelo uso potencial como isca-viva.



**Gráfico 4.** 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.



## 9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Até o momento foram registradas diretamente 37 espécies de peixes no monitoramento da PCH Verde 4, e é provável que mais espécies sejam registradas na área, a julgar pela diversidade registrada em outros estudos na sub-bacia do rio Verde.

Tratam-se de espécies com ampla distribuição pela bacia do Alto Rio Paraná, sem ocorrência de espécies endêmicas ou ameaçadas.

A campanha de fevereiro de 2020 apresentou riqueza de espécies, abundância e índices de equidade de Pielou e de diversidade de Shannon intermediários em relação às campanhas anteriores, enquanto que o sucesso de captura por redes de espera foi alto em comparação às demais campanhas.

Esta foi a terceira campanha da fase de operação do empreendimento. As campanhas desta etapa poderão ser comparadas às 10 campanhas etapa anterior, que representam parâmetros para o monitoramento e gestão de recursos pesqueiros na PCH. Cada campanha da fase de operação poderá, preferencialmente, ser comparada às respectivas campanhas realizadas na fase de instalação em semelhantes períodos do ano e regime hidrológico.

## 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.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & GOMES, L. C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4). pp.1119-1132.

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 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em 23 de setembro de 2014.

JÚLIO JÚNIOR, H.F., GUBIANI, E. A.; GRAÇA, W. J.; PIANA, P. A.; FERNANDES, R.; ESPÍNOLA, L. A.; CORRÊA, C. E.; PAGOTTO, J. P.; SANTOS, L. N.; CAROLINE YAMAMURA, C. & AGOSTINHO. 2007. Capítulo 9 - Comunidade de peixes. In.: Relatório Anual / PELD A Planície Alagável do Alto Rio Paraná - Sítio 6. 24p.

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.



LIMA, F. C. T. 2004. As hidrelétricas e a sua ameaça à conservação dos peixes de água doce brasileiros. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia. João Pessoa, 74. pp. 3-5.

LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo.

MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Oxford, UK. Blackwell Publishing Company. 248 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Portaria nº 445 de 17 de dezembro de 2014. Institui a nova lista nacional de espécies de peixes e invertebrados aquáticos ameaçadas de extinção.

PAZZA, R., & JÚLIO Jr, H. F. (2003). Occurrence of three sympatric cytotypes of *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae) in the upper Paraná river foodplain (Brazil). Cytologia, 68(2), 159-163.

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.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1982. Manual de Métodos para Estudos Biológicos de Populações de Peixes – Reprodução e Crescimento. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108pp.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

## 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  <b>José Milton Longo</b> CRBio 23264/01-D		Assinatura e Carimbo do Contratante  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)

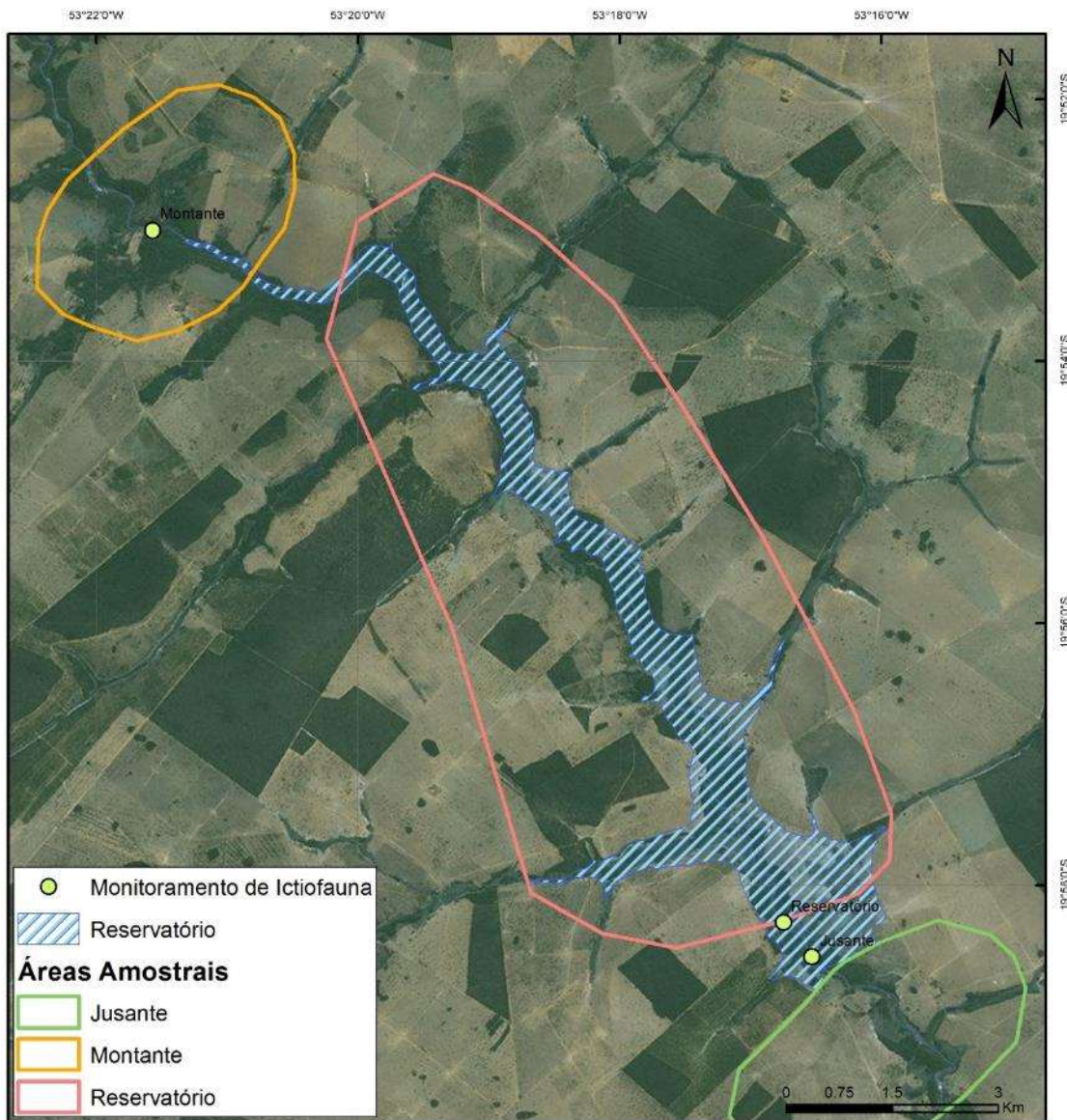
<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2016/02356</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA		3.Registro no CRBio: 040701/01-D	
4.CPF: 891.889.771-53	5.E-mail: fritz@hotmial.com		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	Data: 18/04/16	
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: 2603.3900.1745.9589**

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

## ANEXO II





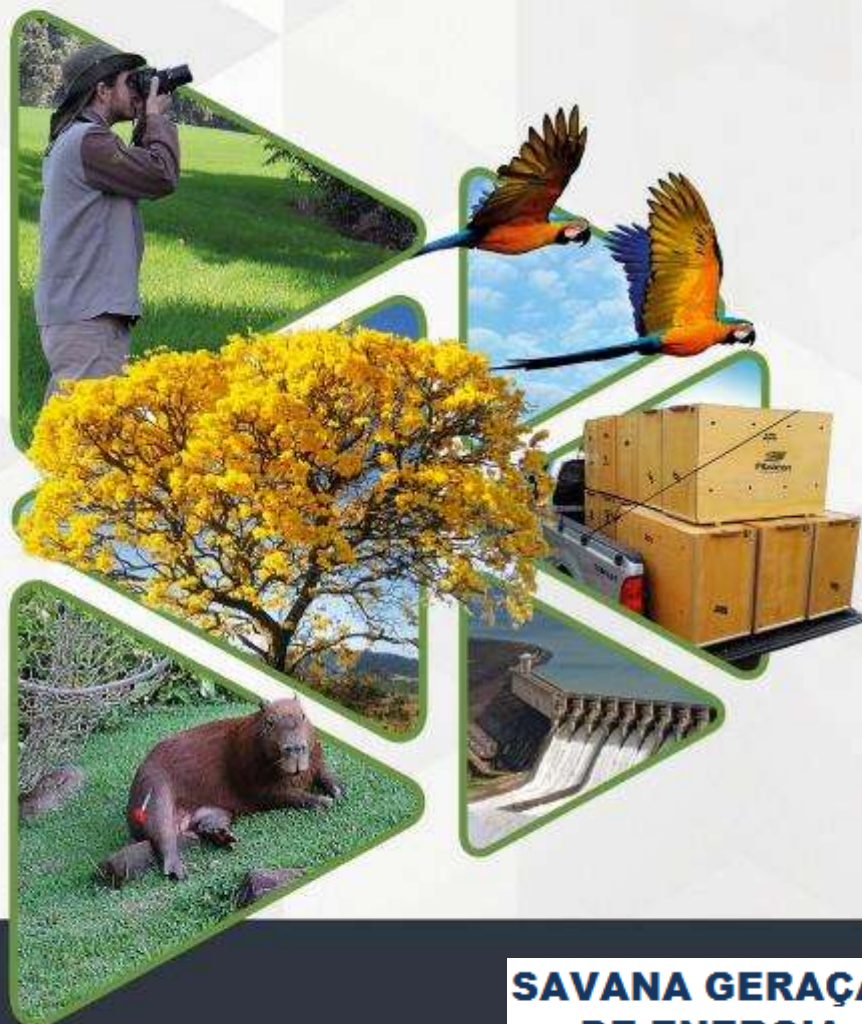
**ANEXO 5**

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

# MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE

## PCH VERDE 4

### RELATÓRIO TÉCNICO



  
**Fibracon**  
AMBIENTAL

**SAVANA GERAÇÃO  
DE ENERGIA**

**ÁGUA CLARA - MS**  
Fevereiro de 2020  
13ª 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.

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.....	6
1.3. Grupos taxonômicos monitorados .....	14
1.3.1. Herpetofauna.....	14
1.3.2. Avifauna .....	14
1.3.3. Mastofauna.....	15
1.4. Análise de dados .....	16
2. Herpetofauna.....	17
2.1. Metodologia .....	17
2.1.1. Coleta de dados .....	17
2.1.2. Análise de dados .....	20
2.2. Resultados e discussão .....	20
2.2.1. Riqueza e abundância.....	20
2.2.2. Comparações entre as áreas amostrais.....	26
2.2.3. Resultados Consolidados.....	28
2.2.4. Curva do coletor .....	29
2.2.5. Espécies endêmicas, ameaçadas e de interesse.....	30
3. Avifauna.....	32
3.1. Metodologia .....	32
3.1.1. Contagem por pontos .....	32
3.1.2. Busca ativa ou amostragens não-sistemáticas .....	32
3.1.3. Análise de Dados .....	33
3.2. Resultados e Discussão.....	34
3.2.1. Resultados consolidados.....	49
3.2.2. Espécies ameaçadas, endêmicas e de alta sensibilidade aos distúrbios	50
4. Mastofauna.....	53
4.1. Metodologia .....	53

---

4.1.1. Coletas de Dados .....	53
4.1.2. Análise de Dados .....	54
4.2. Resultados e discussão .....	55
4.2.1. Registros de Riqueza e Abundância .....	55
4.2.2. Comparações entre as áreas amostrais.....	61
4.2.3. Resultados consolidados.....	63
4.2.4. Curva do coletor .....	64
4.2.5. Espécies Ameaçadas, Endêmicas e exóticas .....	65
4.2.6. Espécies de Interesse Humano.....	67
5. Conclusões e Recomendações .....	70
5.1. Herpetofauna .....	70
5.2. Avifauna.....	70
5.3. Mastofauna .....	71
6. Referências bibliográficas.....	72
7. Anexos.....	80
ANEXO I .....	81
ANEXO II .....	85
ANEXO III .....	96
ANEXO IV .....	102
ANEXO V .....	107
ANEXO VI .....	109
ANEXO VII.....	111



## 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 trimestral, 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). O cronograma com as campanhas já executadas e as demais previstas, encontra-se no anexo V. Este relatório apresenta os resultados da 13ª campanha de monitoramento da fauna terrestre, com as coletas realizadas entre os dias 2 e 6 de fevereiro de 2020, 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.

### **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 SIRGAS 2000). 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:

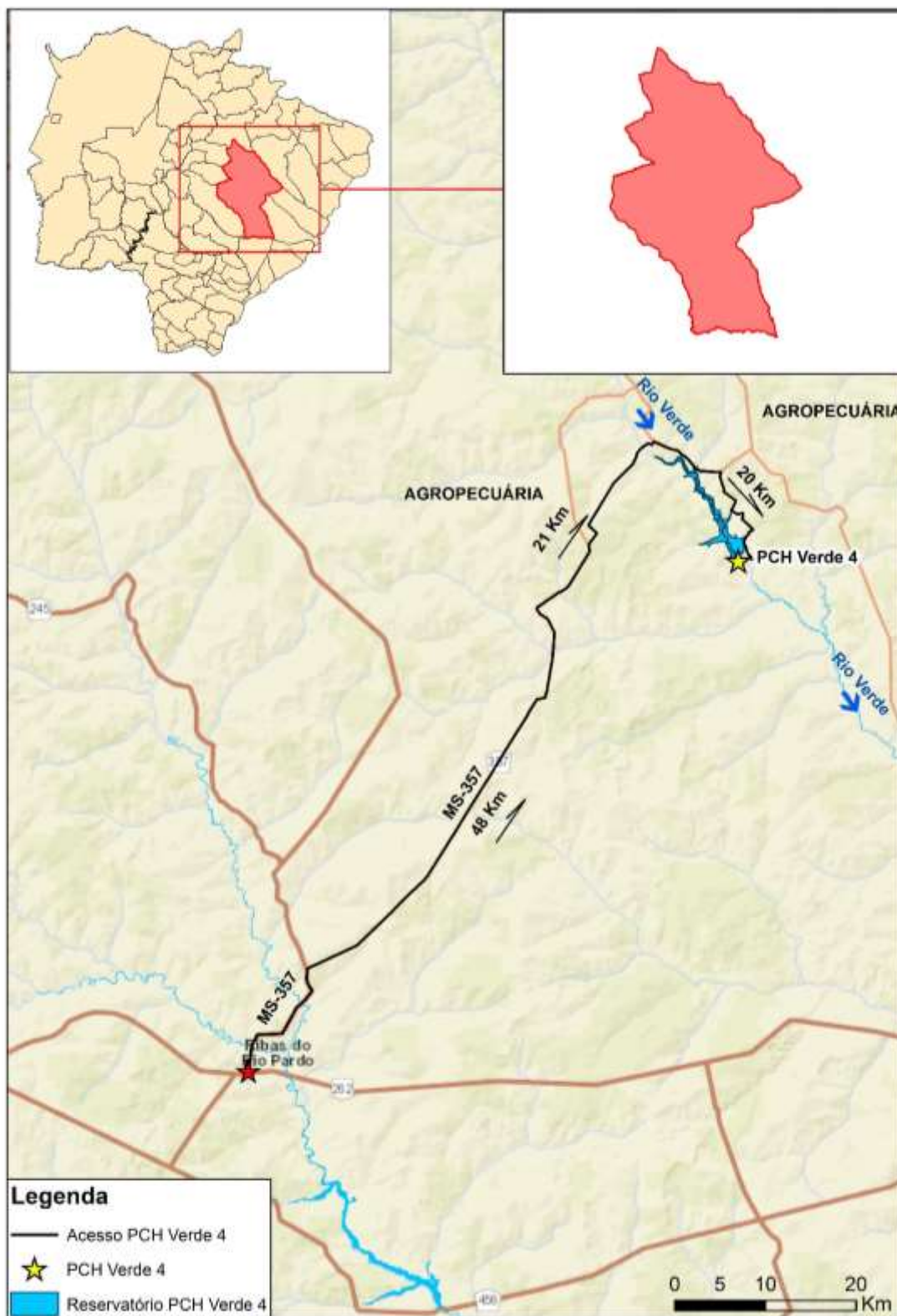


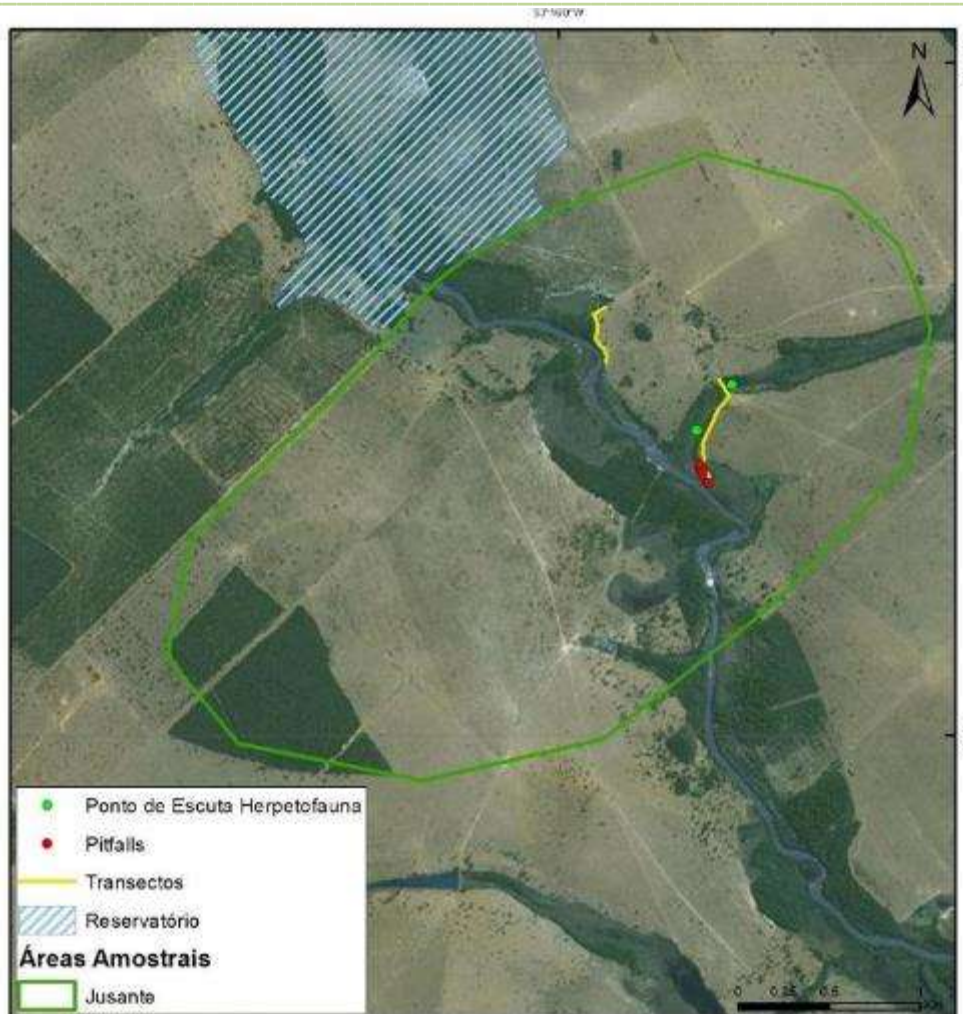
Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**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 lânticos 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 2020.



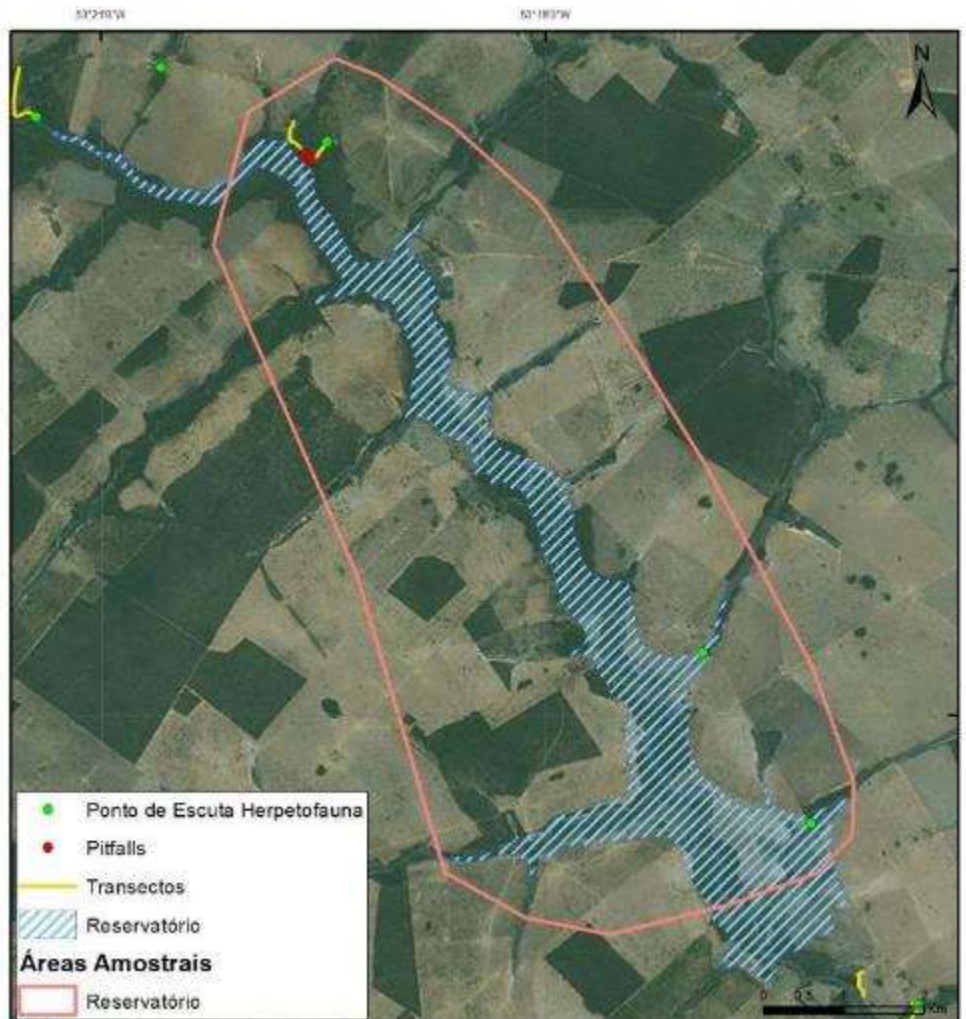


**Figura 3.** Localização da área amostral Jusante (JU) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**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 2020.



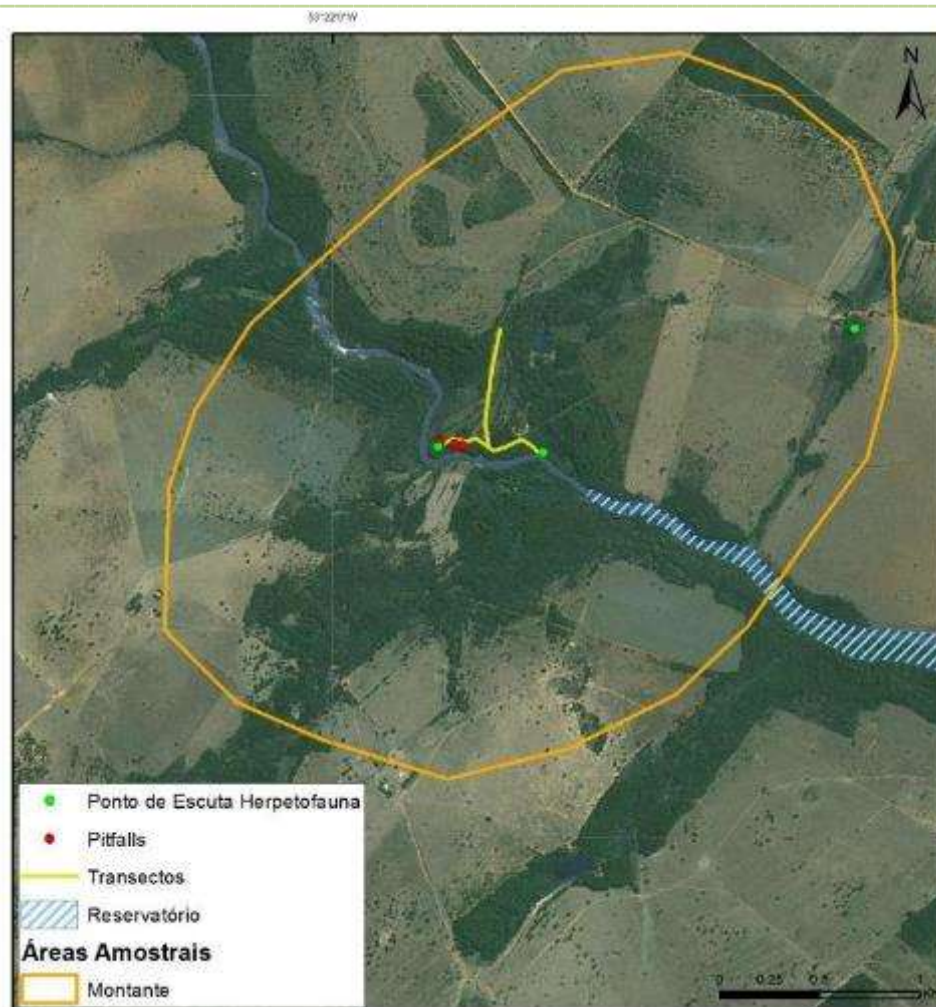
**Figura 5.** Localização da área amostral Reservatório (RE) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.



**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 2020.

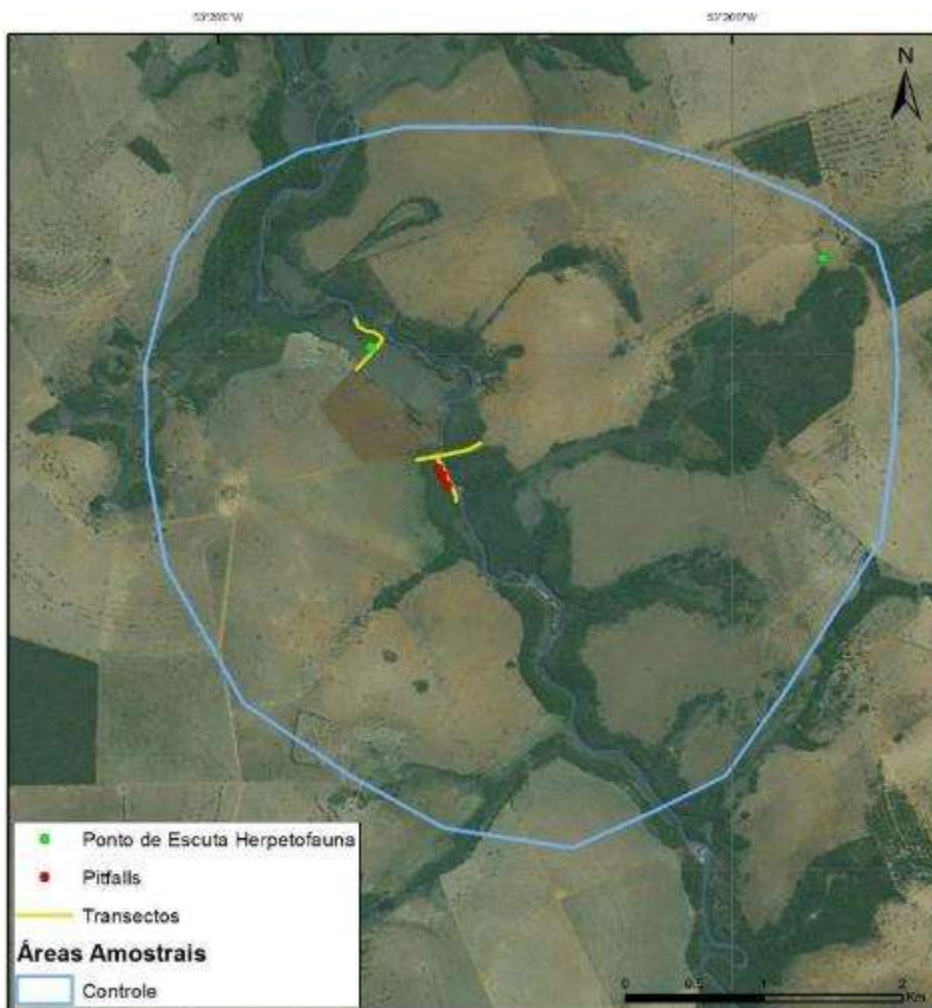


**Figura 7.** Localização da área amostral Montante (MO) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**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 2020.



**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 7.300 espécies de anfíbios (FROST, 2019) e mais de 10.000 espécies de répteis (UETZ & HOŠEK, 2019) no mundo. No Brasil estão descritas 1.026 espécies de anfíbios (988 anuros, 33 cobras-cegas e cinco salamandras) e 760 espécies de répteis (36 quelônios, seis jacarés, 260 lagartos, 72 anfisbênias e 386 serpentes) (COSTA & BÉRNILS, 2018; SEGALLA *et al.*, 2019).

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

A distribuição das espécies da avifauna residentes ao longo do Brasil, aproximadamente 1.919 espécies segundo o CBRO (2015), é desigual, estando a maior diversidade de espécies concentrada na Amazônia e na Mata Atlântica, dois biomas que, originalmente, eram completamente cobertos por florestas úmidas. A presente área de estudo, inserida no bioma Cerrado, é representada por uma das eco-regiões mais importantes do país localizando-se entre a Floresta Amazônica, Mata Atlântica e o Pantanal, servindo de corredor para a biodiversidade de espécies e por apresentar um mosaico de vegetação muito peculiar e fisionomicamente diversificado (DA COSTA, 2003; PRIMACK & RODRIGUES, 2001; PAGOTTO *et al.* 2006). Representa a terceira maior riqueza de espécies de Aves dentre os biomas brasileiros abrigoando 837 espécies, distribuídas em 64 famílias, sendo que 759 destas

efetivamente se reproduzem no Cerrado (SILVA, 1995). Evidências sugerem que a localização geográfica do Cerrado favoreça a passagem de aves que realizam movimentos migratórios da América do Norte para a América do Sul e entre as regiões temperadas e equatoriais da América do Sul (CAVALCANTI, 1988, 1999; SILVA & BATES, 2002; LOPES, 2004).

No Mato Grosso do Sul, a lista de aves publicada por Nunes e colaboradores (2017) indicam que o estado conta com 630 espécies. Os dados dos levantamentos de aves realizados (em áreas de Cerrado) no Complexo Aporé-Sucuriú (PAGOTTO *et al.*, 2006) e de três estudos realizados pela FIBRAcon Consultoria Projetos e Perícias Ambientais no Rio Sucuriú e no Rio Indaiá apontam para um total de 275 espécies de aves.

### 1.3.3. MASTOFAUNA

O Brasil abriga uma das maiores diversidades de mamíferos do mundo com 701 espécies listadas, com muitas ainda a serem descobertas e catalogadas. No Cerrado são 251 espécies, sendo 32 exclusivas desse bioma (PAGLIA *et al.*, 2012). Poucas localidades foram adequadamente amostradas quanto 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 151 espécies de mamíferos, sendo 90 terrestres não-voadores e 61 espécies voadoras, distribuídas em 10 ordens e 29 famílias (CÁCERES *et al.*, 2008). Estudos realizados na bacia do rio Verde e na área do empreendimento indicam a existência de cerca de 40 espécies de mamíferos não-voadores para a região (BORDIGNON *et al.*, 2006).

#### 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 *Shanon-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 2020, 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 serapilheira). No período noturno também foram realizadas buscas na vegetação (marginal e aquática) de corpos d'água. Esse método é bastante generalista para amostragem de vertebrados (CAMPBELL & CHRISTMAN, 1982; HEYER *et al.*, 1994). Quando possível, as espécies foram fotografadas *in loco*, para compor o registro fotográfico.

Durante a campanha de monitoramento foram realizadas seis horas de busca ativa por dia por área amostral, sendo duas horas no período matutino, duas horas no período vespertino e duas horas no período noturno. Esta metodologia foi realizada durante um dia em cada área monitorada, onde o esforço amostral foi de seis horas/observador por área, 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 e Figura 11). 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 a 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.** Um dos sítios reprodutivos (açude) amostrados durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.



**Figura 11.** Um dos sítios reprodutivos (área úmida) amostrado durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

**Armadilhas de interceptação e queda ou *pitfalls traps* (P):** em cada área amostral foram instaladas três armadilhas dispostas em forma de “Y”, com quatro baldes de 60 L, sendo um balde central e um em cada extremidade do “Y”, conectados ao centro por uma cerca de aproximadamente 75 cm de altura e 10 metros de comprimento (Figura 12). Armadilhas de interceptação com baldes enterrados (*pitfall traps*) são

métodos efetivos para a coleta de anuros, répteis, mamíferos e invertebrados de serapilheira (CECHIN & MARTINS, 2000; GREENBERG *et al.*, 1994).

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.



**Figura 12.** Armadilha de queda (*pitfall trap*) utilizada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

**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 & BÉRNILS, 2015; SEGALLA *et al.*, 2016).

Todas as espécies registradas foram consultadas em relação ao status de ameaça, tanto a nível internacional (IUCN, 2019) quanto a nível nacional (ICMBio, 2018) e ao fato de poderem ser consideradas raras, endêmicas, bioindicadoras da qualidade ambiental, de importância econômica (CITES, 2019), potencialmente invasora ou de risco epidemiológico.

## 2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.2.1. RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Durante a campanha foram registrados 182 indivíduos, distribuídos em duas ordens, nove famílias, 16 gêneros e 28 espécies da herpetofauna, sendo 23 anfíbios e cinco répteis (Tabela 1).



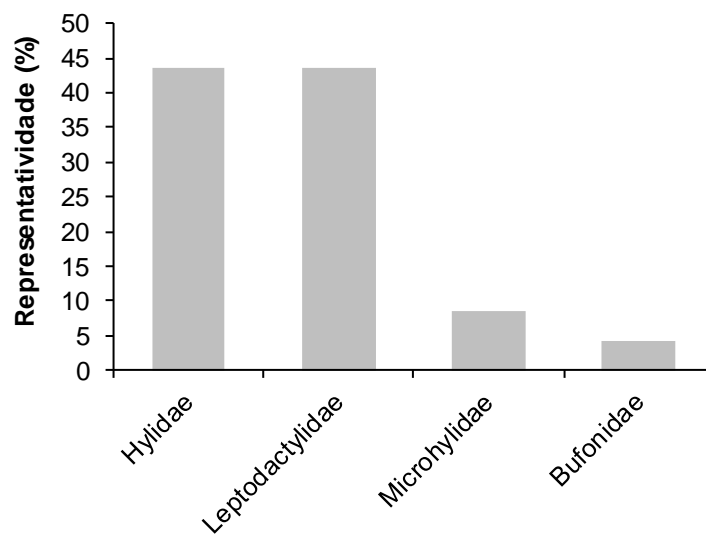
**Tabela 1.** Espécies da Herpetofauna (anfíbios e répteis) registradas durante a campanha de monitoramento da fauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Com seus respectivos nomes populares, abundância por área amostral, hábito, período de atividade, tipo de micro habitats onde foram encontrados, método de registro e status de distribuição e conservação. Legenda: **Áreas amostrais** (JU) área a jusante do barramento; (RE) área localizada a margem do futuro reservatório; (MO) área a montante do futuro 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 2020. Em azul=novas espécies para o monitoramento.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Hábito	Ativ.	Método registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<b>ANURA "sapos, rãs e pererecas"</b>									
<b>Família Bufonidae</b>									
<i>Rhinella schneideri</i> (Werner, 1894)	sapo-cururu	1	2	5	2	Te	N	BA, P	
<b>Família Hylidae</b>									
<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)	perereca-cabrinha		4	5	3	Ab	N	E	
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	perereca	4				Ab	N	E	
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	perereca-rizada-de-bruxa	4	6	1	4	Ab	N	E	
<i>Dendropsophus elianae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000)	pererequinha-do-brejo		5			Ab	N	E	End
<i>Dendropsophus jimi</i> (Napoli & Caramaschi, 1999)	pererequinha-do-brejo	4		5		Ab	N	E	End
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	pererequinha-do-brejo		3	1	1	Ab	N	E	
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	pererequinha-do-brejo	10	13	5		Ab	N	E	
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925)	pererequinha-do-brejo	5	4		10	Ab	N	E	
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	raspa-cuia	5	4			Ab	N	BA, E	
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	perereca-grudenta		2			Ab	N	E	
<b>Família Leptodactylidae</b>									
<i>Adenomera cf. diptyx</i> (Boettger, 1885)	rãzinha-do-folhiço	1				Te	D/N	P	
<i>Leptodactylus chaquensis</i> Cei, 1950	rã-manteiga				4	Te	N	E	
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	rã-assobiadora		4			Te	N	E	
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	rã-manteiga			1		Te	N	BA	
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	rã-goteira	1			9	Cr	D/N	E, P	
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	rã				3	Te	N	E	
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	rã-cachorro	2			6	Te	N	E, P	

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Hábito	Ativ.	Método registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<i>Physalaemus marmoratus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	rã	5				Te	N	E	
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	rã-quatro-olhos	6				Te	N	E, P	End
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	rãzinha-do-brejo			1	6	Te	D/N	E	
<b>Família Microhylidae</b>									
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	sapo-grilo	1				Fo	N	P	End
<i>Elachistocleis cesarii</i> (Miranda Ribeiro, 1920)	sapo-guarda				3	Fo	N	E	
<b>SQUAMATA "lagartos e serpentes"</b>									
<b>Família Gekkonidae</b>									
<i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnés, 1818)	lagartixa-de-parede		1			Ab	N	BA	Ex
<b>Família Teiidae</b>									
<i>Salvator merianae</i> (Duméril e Bibron, 1839)	teiú	3		1	1	Te	D	BA, P	C2, F
<b>Dipsadidae</b>									
<i>Atractus albuquerquei</i> Cunha & Nascimento, 1983	cobra-da-terra	1						P	End
<b>Typhlopidae</b>									
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i> (Vanzolini, 1976)	cobra-cega	1						P	F
<b>Viperidae</b>									
<i>Bothrops moojeni</i> Hoge, 1966	jararaca-das-veredas		1	2				BA	End, F

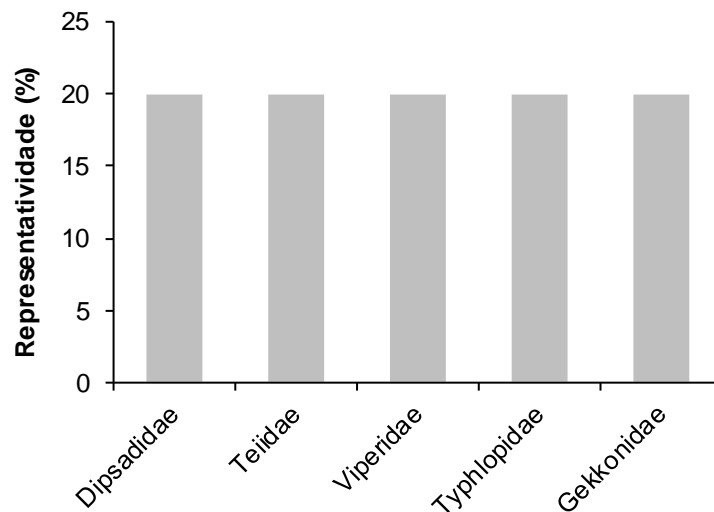


Para os anfíbios, as famílias Hylidae e Leptodactylidae, ambas com 10 espécies, foram as mais representativas, somando 87% das espécies de anfíbios encontradas em campo (Gráfico 1). Em regiões neotropicais a predominância das famílias Hylidae e Leptodactylidae é um padrão comum (DUELLMAN & TRUEB, 1994), 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).



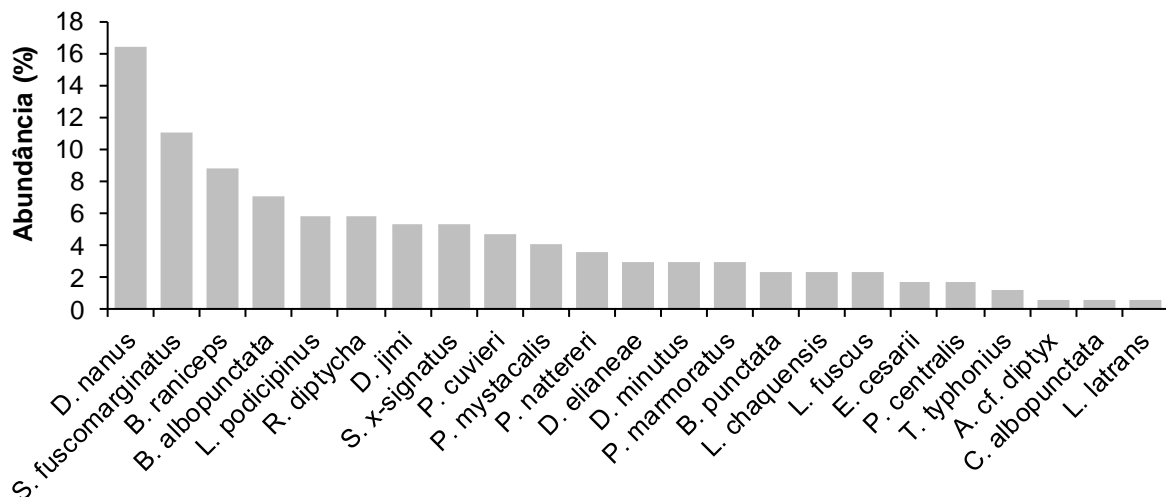
**Gráfico 1.** Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de anfíbios registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

Com relação aos répteis, foi verificada em campo a presença de cinco famílias taxonômicas, todas representadas por uma única espécie ou 20% dos registros (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 2020.

A espécie de anfíbio mais abundante durante a campanha foi a pererequinha *Dendropsophus nanus* (28 indivíduos; 16%) (Gráfico 3). Esta espécie apresenta reprodução prolongada, sendo os machos encontrados em sítios reprodutivos ao longo do ano todo. A maioria dos indivíduos de anfíbios registrados em campo é típica de ambientes abertos e foram encontradas em atividade de vocalização em sítios reprodutivos (Figura 13).

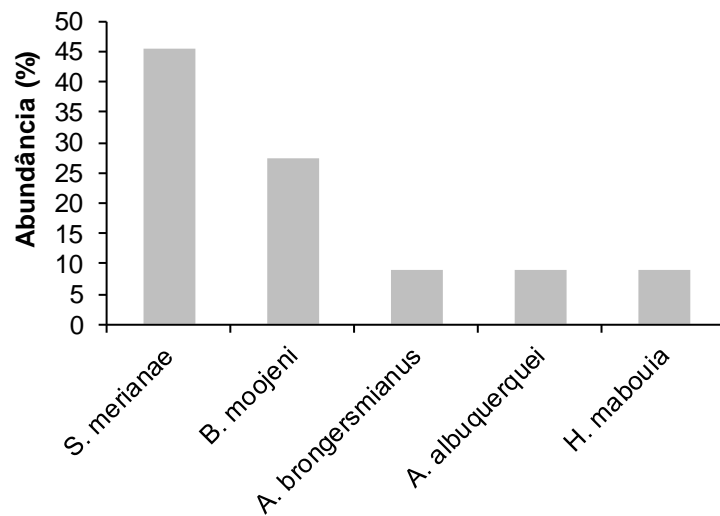


**Gráfico 3.** Contribuição relativa das espécies de anfíbios registradas durante a campanha de monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.



**Figura 13.** Algumas espécies de anfíbios registradas durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020. Onde A) *Dendropsophus nanus*; B) *Scinax fuscomarginatus*; C) *Boana punctata*; D) *Boana raniceps*.

Foram registrados 11 indivíduos de répteis em campo, sendo o lagarto teiú (*Salvator merianae*), a espécie mais abundante, com 45% dos registros, seguida pela jararaca-das-veredas (*Bothrops moojeni*), com 27% (cinco indivíduos) (Gráfico 4) (Figura 14).



**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 2020.



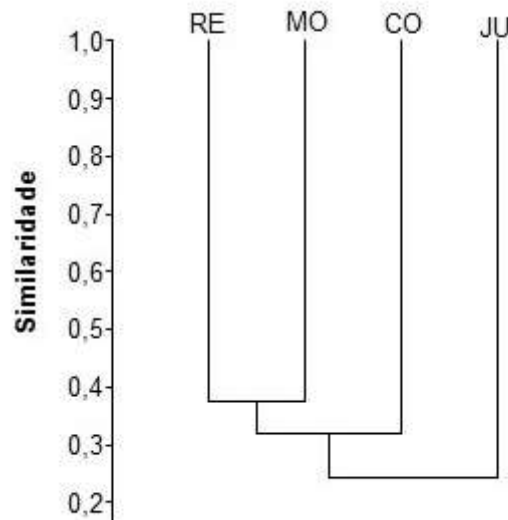
**Figura 14.** Algumas espécies de répteis registradas durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020. Onde A) *Salvator merianae*; B) *Bothrops moojeni*.

### 2.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

Considerando a composição de espécies da herpetofauna durante a campanha, o índice de similaridade agrupou como as mais similares as áreas Reservatório (RE) e Montante (MO), enquanto a área Jusante (JU) foi a menos similar (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,

neste caso, semelhanças entre a matriz vegetacional das áreas explicam os resultados obtidos.



**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 2020. (RE=reservatório, MO=montante; JU=jusante; CO=controle). Coeficiente cofenético=0,8163.

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 JU apresentou os maiores valores para os parâmetros verificados (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 2020.

	JU	RE	MO	CO
Riqueza de espécies	16	12	10	12
Abundância de indivíduos	54	49	27	52
Índice de Shannon-Wiener (H')	2,522	2,251	2,052	2,285

---

### 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), sendo que a atual campanha (fevereiro de 2020) foi a mais rica até o momento (28 espécies), seguida pelas campanhas de novembro/17 e novembro/18 (ambas com 27 espécies). Estas campanhas também apresentaram os maiores índices de diversidade, sendo que a campanha atual, apresentou o maior valor ( $H' = 2,971$ ) registrado durante o monitoramento. 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). Os valores dos parâmetros populacionais verificados durante a atual campanha, a terceira após o início da fase de operação do empreendimento, estão entre os mais altos até o momento. Esse acréscimo pode ser explicado em parte, pelas variáveis ambientais, como a alta umidade relativa do ar e temperatura. Portanto, a continuação do monitoramento em campanhas sazonais é fundamental para determinar se as alterações encontradas são flutuações sazonais ou são reflexo de alterações ambientais.



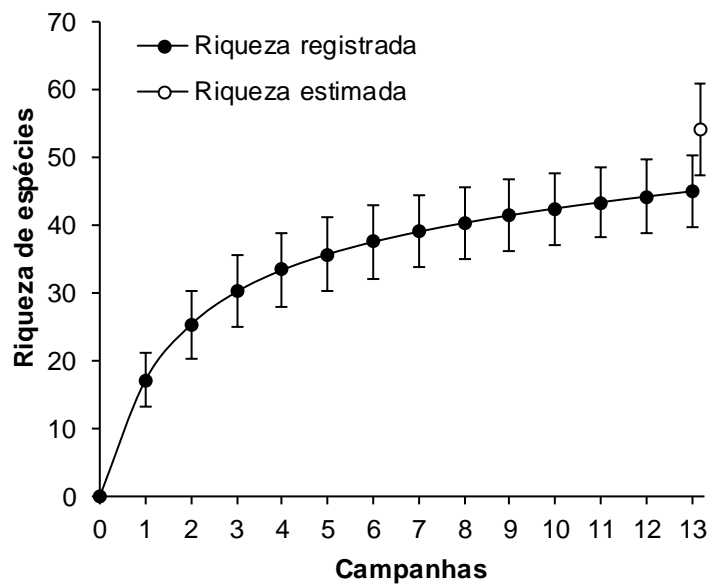
**Tabela 3.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e índice de diversidade de Shannon durante as campanhas de monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

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
Operação	ago/19	5	13	1,044
	fev/20	28	182	2,971

#### 2.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha houve o acréscimo de uma nova espécie, *Hemidactylus mabouya*, aumentando para 45 espécies da herpetofauna registradas durante o monitoramento do empreendimento.

Ao final da campanha, a curva do coletor calculada pelo método de rarefação mostrou que a riqueza de espécies registradas até o momento (45 espécies) foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife* (54,3 espécies), entretanto estes valores não apresentaram diferença estatística significativa (Gráfico 6). Apesar deste resultado, ainda é provável que ocorram mais 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 2020.

### 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 (ICMBio, 2018) quanto internacional (IUCN, 2019). Foi encontrada uma espécie inserida no apêndice II da Cities (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção), o teiú (*Salvator merianae*) (CITES, 2019).

Foram registradas oito espécies endêmicas do Bioma Cerrado, os anfíbios *Dendropsophus elineae*, *Dendropsophus jimi*, *Physalaemus centralis*, *Physalaemus marmoratus*, *Physalaemus nattereri* e *Chiasmocleis albopunctata*, e os répteis *Atractus albuquerquei* e *Bothrops moojeni* (COLLI *et al.*, 2002; VALDUJO *et al.*, 2012; SOUZA, 2005; NOGUEIRA *et al.*, 2011).

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), sendo que na área de estudo a maioria das espécies encontradas são típicas de áreas abertas ou generalistas com relação ao habitat, com exceção de *Amerotyphlops brongersmianus*, serpente fossorial exclusiva de áreas

florestadas e dos répteis *Salvator merianae* e *Bothrops moojeni*, que apesar de possuírem capacidade para ocupar áreas alteradas, estão geralmente associadas a ambientes florestados (NOGUEIRA, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2011).



**Figura 15.** Espécies endêmicas do Cerrado registradas durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020. Onde A) *Dendropsophus elianeae*; B) *Atractus albuquerquei*.



**Figura 16.** Espécies com preferência por habitats florestados registradas durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020. Onde A) *Amerotyphlops brongersmianus*; B) *Bothrops moojeni*.

---

### 3. AVIFAUNA

#### 3.1. METODOLOGIA

##### 3.1.1. CONTAGEM POR PONTOS

Os registros da avifauna foram obtidos através do método de pontos de escuta de 10 minutos, adaptada por VIELLIARD *et al.* (2010). Para cada uma das quatro áreas amostrais, foram alocados 10 pontos de escuta com no mínimo 100 metros distantes entre si. A partir deste levantamento foram obtidos dados de abundância total (soma do número de registros entre os pontos amostrados), abundância relativa (razão entre a abundância total da espécie e a abundância de todas as espécies no conjunto de pontos amostrados), e calculado o Índice Pontual de Abundância (IPA) (através da razão do número de registros de uma espécie pela quantidade de pontos amostrados numa área). As observações (Figura 17) 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 fossem registradas. Durante as amostragens, preocupou-se em não contabilizar o mesmo indivíduo mais de uma vez para não comprometer a confiabilidade dos dados (DEVELEY, 2003). Para auxílio na observação das aves utilizou-se binóculo 10x30-25mm. Quando possível foram realizados registros fotográficos das espécies observadas com câmera Sony DSC-H400 ou registros sonoros em meio digital através de gravador Panasonic RR – US550. Como auxiliar na identificação das espécies foi consultada literatura pertinente (RIDGELY & TUDOR, 2009; SICK, 1997; MATA *et al.*, 2006; SIGRIST, 2006, 2009; GWYNNE *et al.*, 2010, VAN PERLO, 2009, WIKIAVES, 2020) e arquivos sonoros (PLANQUÉ & VELLINGA, 2020, WIKIAVES, 2020).

##### 3.1.2. BUSCA ATIVA OU AMOSTRAGENS NÃO-SISTEMÁTICAS

Este método de amostragem consistiu em percorrer trilhas e estradas existentes nas áreas monitoradas em horários e fisionomias variáveis, visando detectar o maior número possível de espécies da avifauna. Encontros oportunistas que ocorreram durante o deslocamento de carro e em períodos fora do estabelecido nas amostragens na área de estudo, também foram incluídos no levantamento das espécies da avifauna, como registros informais.





**Figura 17.** Observações de espécies no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

### 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).

As espécies de aves foram classificadas em três categorias quanto à sensibilidade a perturbações no hábitat (STOTZ *et al.*, 1996), considerando-se como **B** as de baixa sensibilidade, **M** as de média sensibilidade e **A** as de 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). Também foram classificadas as espécies endêmicas registradas **E**. Para a identificação de espécies endêmicas do Cerrado utilizou-se a classificação de SILVA (1995, 1997). Lembrando que por se tratar de uma área de transição, espécies de Mata Atlântica também foram registradas. As espécies de alta sensibilidade, assim como as espécies

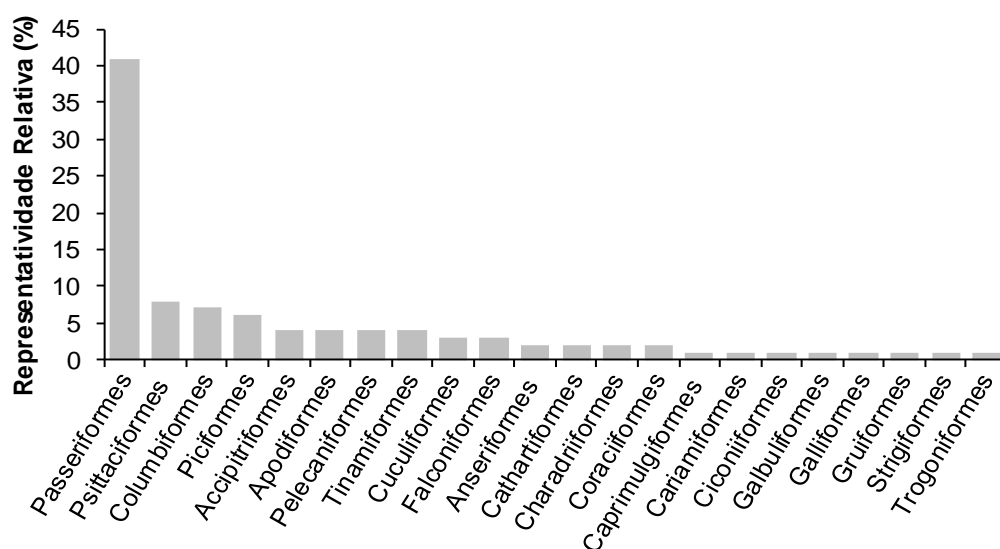
endêmicas (BROOKS *et al.*, 1999) podem ser os principais indicadores de mudanças locais do habitat e, portanto, são os principais alvos de monitoramento neste estudo.

Na categoria dieta foram consideradas as guildas tróficas, conforme registros decorrentes deste estudo (MOTTA JUNIOR, 1990; SICK, 1997): Insetívoros (I) com 3/4 ou mais de insetos na sua dieta, Onívoros (O) com mais de 3/4 de insetos, outros artrópodes e frutos, Frugívoros (F) com mais de 3/4 de frutos, Granívoros (G) com mais de 3/4 de grãos, Nectarívoros (N) néctar, Piscívoros (P) com mais de 3/4 de peixes; Carnívoros (C) vertebrados vivos em geral e Detritívoros (D) vertebrados vivos mais vulneráveis e mortos.

O *status* de ameaça foi obtido segundo dados das listas internacional (IUCN, 2019) e nacional de animais ameaçados de extinção (ICMBio, 2018). A taxonomia das espécies e famílias está de acordo com a Lista de Espécies Brasileiras do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2015).

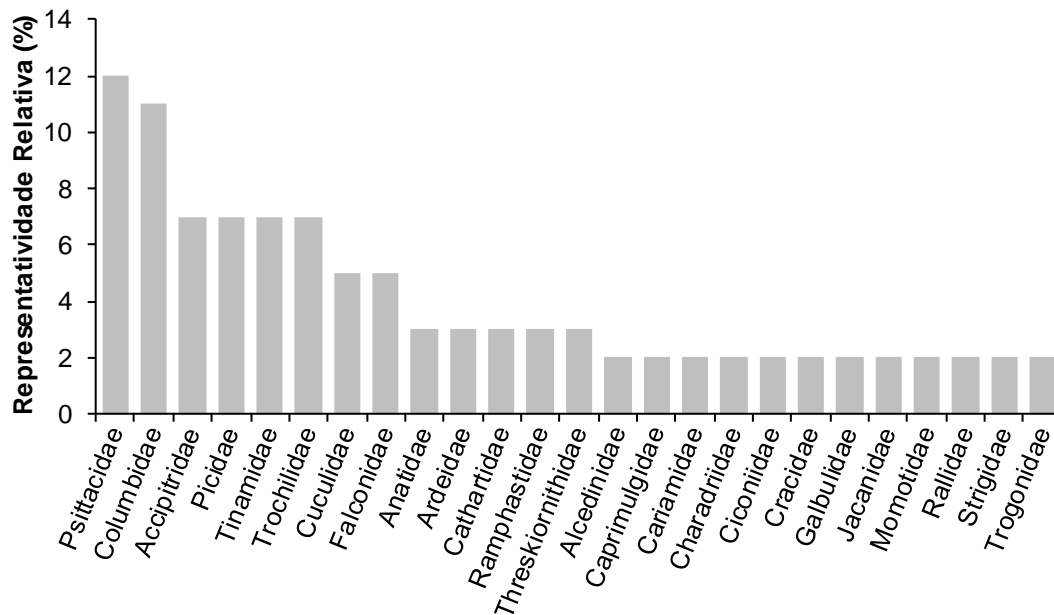
### 3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante esta campanha de monitoramento da avifauna foram registradas 106 espécies (Tabela 4). Destas, derivam-se 22 ordens, dentre estas a dos Passeriformes é mais representativa com 41% (n=47) das espécies registradas (Gráfico 7). Destas 22 ordens derivam-se 41 famílias, com 25 famílias representadas pelos indivíduos não-passeriformes (61%) (Gráfico 8) e 16 famílias passeriformes (39%) (Gráfico 9).

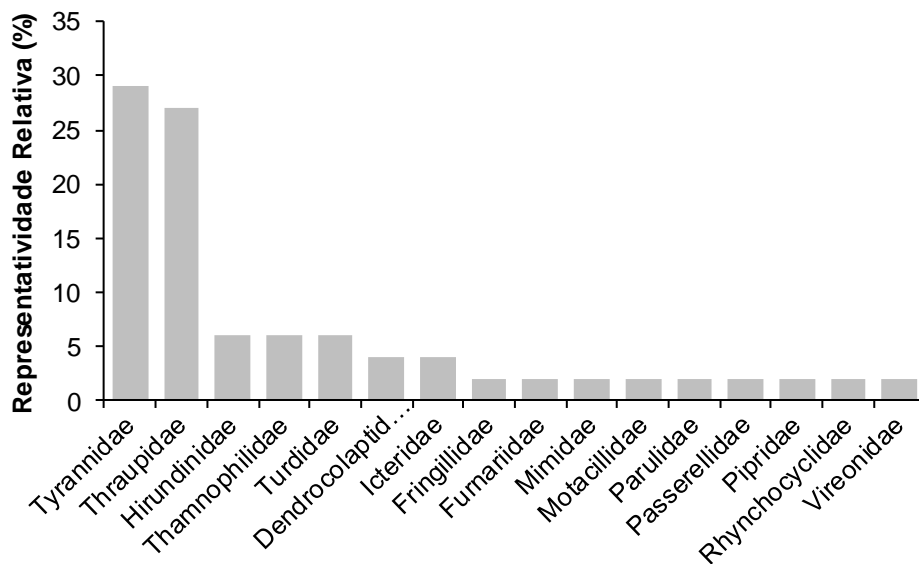


**Gráfico 7.** Representatividade relativa das ordens registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.





**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 2020.



**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 2020.

**Tabela 4.** Lista das espécies de aves na área de influência da PCH Verde 4, Água Clara, MS, no monitoramento da avifauna, em fevereiro de 2020. **AT** – abundância total, **AR** – abundância relativa, **IPA** – índice pontual de abundância. **SD**: sensibilidade a distúrbios: A – alta, M – média, B – baixa. E – espécie endêmica. **D**: Dieta: O - Onívora, D - Detritívora, I - Insetívora, G - Granívora, P - Piscívora, C - Carnívora, N - Nectarívora, F – Frugívora. **C**: CITES: II – Apêndice dois. **TR** – Tipo de Registro: O – Observação, V – Vocalização. Em azul: novos registros para o monitoramento.

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostrais												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<b>Tinamiformes</b>																		
<b>Tinamidae</b>																		
<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	1	0,005	0,10	2	0,009	0,20				2	0,009	0,20	B	O	Ci, F, Ga	V	
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	B	O	Ce	V	
<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz										3	0,014	0,30	B	O	Ca, Pa	V	
<i>Nothura maculosa</i>	codorna-amarela	1	0,005	0,10	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	B	O	Ca, Pa	V	
<b>Anseriformes</b>																		
<b>Anatidae</b>																		
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	2	0,010	0,20										M	O	Ci, Aq, AA	O	
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	pé-vermelho				4	0,018	0,40				2	0,009	0,20	B	O	Ci, Aq, AA	O	
<b>Galliformes</b>																		
<b>Cracidae</b>																		
<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho				2	0,009	0,20	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	M	O	F, Ga	O, V	
<b>Ciconiiformes</b>																		
<b>Ciconiidae</b>																		
<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca										1	0,005	0,10	B	P	Ci, Br	O	
<b>Pelecaniformes</b>																		
<b>Ardeidae</b>																		
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira										4	0,019	0,40	B	I	Pa, Ca	O	
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	M	O	Br, Ca	O, V	
<b>Threskiornithidae</b>																		
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró				1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	M	O	Ci, Aq, Br	O, V	
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	2	0,010	0,20	4	0,018	0,40	4	0,018	0,40	3	0,014	0,30	B	O	Ca, Pa, F, AA	O, V	
<b>Cathartiformes</b>																		
<b>Cathartidae</b>																		

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostrais												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha										2	0,009	0,20	B	D	Pa, Ga, F	O	
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	3	0,015	0,30	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	7	0,033	0,70	B	D	F, Pa, Ci, AA	O	
<b>Accipitriformes</b>																		
<b>Accipitridae</b>																		
<i>Ictinia plumbea</i>	sovi							1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	M	C, I	F, Ga	II	O
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	1	0,005	0,10				1	0,005	0,10				B	C	Ca, AA	II	O
<i>Urubitinga coronata</i>	águia-cinzenta							1	0,005	0,10				M	C	Ca, Ce	II	O
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	3	0,014	0,30	4	0,019	0,40	B	C, I	F, Ci, Ga, AA	II	O, V
<b>Gruiformes</b>																		
<b>Rallidae</b>																		
<i>Porzana albicollis</i>	sanã-carijó	2	0,010	0,20	1	0,005	0,10				2	0,009	0,20	M	O	Ca, Br		V
<b>Charadriiformes</b>																		
<b>Charadriidae</b>																		
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	11	0,057	1,10	8	0,037	0,80	7	0,032	0,70	6	0,028	0,60	B	O	Ca, Br, AA		O, V
<b>Jacanidae</b>																		
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã										2	0,009	0,20	B	O	Br		O, V
<b>Columbiformes</b>																		
<b>Columbidae</b>																		
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	6	0,031	0,60	5	0,023	0,50	8	0,036	0,80	9	0,042	0,90	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Columbina squammata</i>	fogo-apagou	2	0,010	0,20				4	0,018	0,40	4	0,019	0,40	B	G	Ca, AA		O, V
<i>Columbina picui</i>	rolinha-picui	4	0,021	0,40	4	0,018	0,40	5	0,023	0,50				B	G	Ca		O
<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	5	0,026	0,50	6	0,028	0,60	6	0,027	0,60	5	0,023	0,50	M	O	Ga, Ca, Pa, AA		O, V
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	1	0,005	0,10	3	0,014	0,30	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	M	O	F, Ga, Ci, AA		O, V
<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	4	0,021	0,40	8	0,037	0,80	4	0,018	0,40	4	0,019	0,40	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	3	0,015	0,30	7	0,032	0,70	7	0,032	0,70	2	0,009	0,20	B	G	F, Ci, Ga, AA		O, V
<b>Cuculiformes</b>																		
<b>Cuculidae</b>																		
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	B	O	F, Ga		O, V
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	5	0,026	0,50	6	0,028	0,60				8	0,038	0,80	B	O	Ca, Br, AA		O, V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostrais												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<i>Guira guira</i>	anu-branco	4	0,021	0,40	4	0,018	0,40				4	0,019	0,40	B	O	Ca, Br, AA	O, V	
<b>Strigiformes</b>																		
<b>Strigidae</b>																		
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	2	0,010	0,20	4	0,018	0,40				2	0,009	0,20	M	O	Ca, Ce, AA	II O, V	
<b>Caprimulgiformes</b>																		
<b>Caprimulgidae</b>																		
<i>Hydropsalis albicollis</i>	bacurau	1	0,005	0,10				2	0,009	0,20	1	0,005	0,10	B	I	F, Ce, Ca, AA	O, V	
<b>Apodiformes</b>																		
<b>Trochilidae</b>																		
<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado	1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	B	N	F, Ce, AA	II O	
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura							1	0,005	0,10				B	N	Ce, AA	II O	
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho				1	0,005	0,10							B	N	F, Ce, Ci, AA	II O	
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado				1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	M	N	Ce, Ga, AA	II O, V	
<b>Trogoniformes</b>																		
<b>Trogonidae</b>																		
<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha				1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	M	I, F	F	O, V	
<b>Coraciiformes</b>																		
<b>Alcedinidae</b>																		
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde				1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	B	P	Aq, Br	O	
<b>Momotidae</b>																		
<i>Momotus momota</i>	udu-de-coroa-azul				1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	M	I, F	F, Ga	O, V	
<b>Galbuliformes</b>																		
<b>Galbulidae</b>																		
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	2	0,010	0,20				2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	B	I	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<b>Piciformes</b>																		
<b>Ramphastidae</b>																		
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	2	0,010	0,20	5	0,023	0,50	6	0,027	0,60	3	0,014	0,30	M	O	Ce, Ca, Ci, Ga	II O, V	
<i>Pteroglossus castanotis</i>	araçari-castanho							2	0,009	0,20				A	F	F, Ci	II V	
<b>Picidae</b>																		

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostrais												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<i>Picumnus albosquamatus</i>	pica-pau-anão-escamado				1	0,005	0,10	1	0,005	0,10				B	I	F, Ga, AA	O, V	
<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno				1	0,005	0,10							B	I	F, Ci, Ga	O	
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado				1	0,005	0,10							B	I	F, Ga, AA	O, V	
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	4	0,019	0,40	B	I	Ce, Ca, Pa, AA	O, V	
<b>Cariamiformes</b>																		
<b>Cariamidae</b>																		
<i>Cariama cristata</i>	seriema	7	0,036	0,70	9	0,041	0,90	6	0,027	0,60	9	0,042	0,90	M	O	Ca, F, AA	O, V	
<b>Falconiformes</b>																		
<b>Falconidae</b>																		
<i>Caracara plancus</i>	carcará	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	4	0,019	0,40	B	O	Ca, F, Pa, AA	II O, V	
<i>Milvago chimachima</i>	pinhé	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	B	O	Ca, Pa, AA	II O, V	
<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira				1	0,005	0,10							B	C, I	Ca	II O	
<b>Psittaciformes</b>																		
<b>Psittacidae</b>																		
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	4	0,021	0,40	2	0,009	0,20	4	0,018	0,40	4	0,019	0,40	M	F	F, Ga, Br	II O, V	
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti	3	0,015	0,30										M	F	Ga, Br	II O, V	
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	6	0,031	0,60										M	F	Ga, Br	II O, V	
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão-maracanã				4	0,018	0,40	3	0,014	0,30	4	0,019	0,40	B	F	F, Ga, Ci, AA	II V	
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	12	0,062	1,20	7	0,032	0,70	7	0,032	0,70	12	0,056	1,20	M	F	Ce, Ga, F	II O, V	
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo				5	0,023	0,50	5	0,023	0,50				M	F	F, Ga, AA	II O, V	
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	4	0,019	0,40	M, E	F	Ce, Ga	II O, V	
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	2	0,010	0,20	4	0,018	0,40	8	0,036	0,80	2	0,009	0,20	M	F	Ce, Ga	II O, V	
<b>Passeriformes</b>																		
<b>Thamnophilidae</b>																		
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	chorozinho-de-bico-comprido	5	0,026	0,50	6	0,028	0,60	6	0,027	0,60	6	0,028	0,60	M, E	I	Ga, Ce	O, V	
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	B	I	Ce, Ci, AA	O, V	
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto				2	0,009	0,20				1	0,005	0,10	A	I	F	O, V	
<b>Dendrocolaptidae</b>																		
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde				1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	M	I	F	O, V	

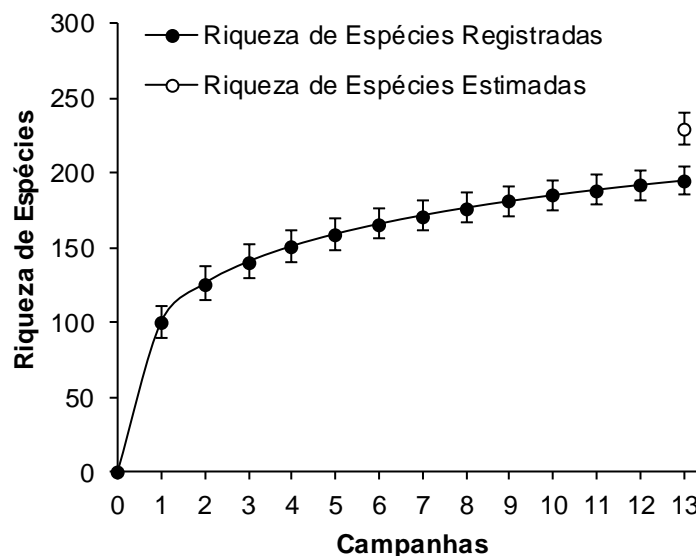
Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostrais												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado				1	0,005	0,10	1	0,005	0,10				M	I	F, Ce	O, V	
<b>Furnariidae</b>																		
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	5	0,026	0,50	2	0,009	0,20	4	0,018	0,40	4	0,019	0,40	B	I	Ca, Pa, AA	O, V	
<b>Pipridae</b>																		
<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho				1	0,005	0,10				2	0,009	0,20	M, E	F	Ce, Ga, Br	V	
<b>Rhynchocyclidae</b>																		
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo				1	0,005	0,10				1	0,005	0,10	M	I	F	V	
<b>Tyrannidae</b>																		
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha							1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	B	I	F, Ci, Ga, AA	V	
<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-crista-alaranjada				1	0,005	0,10	3	0,014	0,30				M	I	F, Ci, Ga	V	
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	1	0,005	0,10	2	0,009	0,20	1	0,005	0,10				B	I	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	2	0,010	0,20				1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	B	I	F, Ce, Ga	O, V	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	5	0,026	0,50	9	0,041	0,90	9	0,041	0,90	6	0,028	0,60	B	O	F, Ga, Ce, AA	O, V	
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado				1	0,005	0,10							B	O	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	B	I	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea							2	0,009	0,20				B	O	F, Ce, AA	O, V	
<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca				1	0,005	0,10							B	I	F, Ci, Ga	O, V	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	4	0,021	0,40	3	0,014	0,30	4	0,018	0,40	5	0,023	0,50	B	I	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Empidonomus varius</i>	peitica				1	0,005	0,10							B	I	F, Ga, AA	O, V	
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	guaracavuçu				1	0,005	0,10							B	I	F, Ci, Ga, AA	O	
<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca	6	0,031	0,60	3	0,014	0,30	3	0,014	0,30	6	0,028	0,60	M	I	Ce, Pa, Ca	O	
<b>Vireonidae</b>																		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	1	0,005	0,10	2	0,009	0,20	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10	B	I	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<b>Corvidae</b>																		
<b>Hirundinidae</b>																		
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	4	0,021	0,40							4	0,019	0,40	B	I	Pa, Ca	O	
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	4	0,021	0,40	4	0,018	0,40				6	0,028	0,60	B	I	Aq, Ca, Pa	O, V	
<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio				2	0,009	0,20							B	I	Aq	O	
<b>Turdidae</b>																		



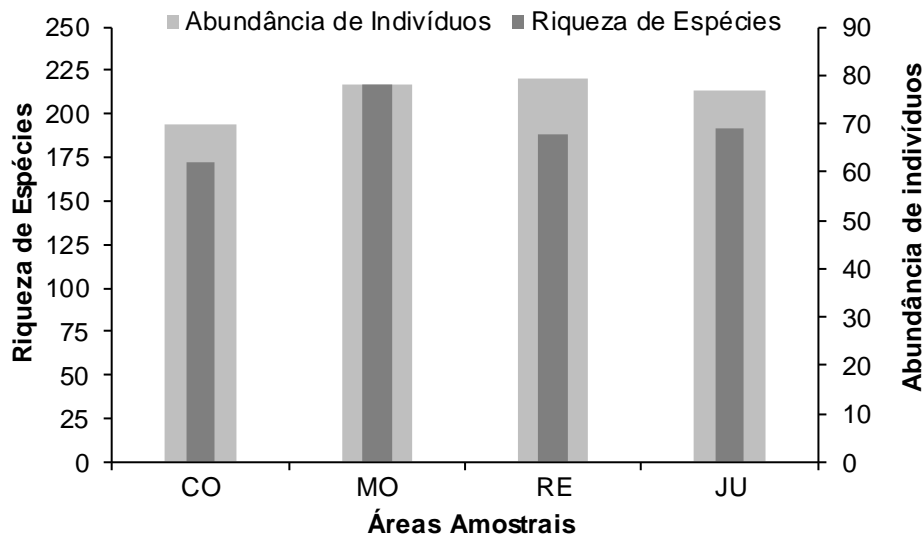
Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostrais												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	2	0,010	0,20	1	0,005	0,10	7	0,032	0,70	1	0,005	0,10	B	O	F, Ga, AA	O, V	
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	4	0,018	0,40	2	0,009	0,20	B	O	F, AA	O, V	
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	1	0,005	0,10										B	I, F	F, Ga, AA	O, V	
<b>Mimidae</b>																		
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	4	0,018	0,40	2	0,009	0,20	B	O	F, Ce, Ca, AA	O, V	
<b>Motacillidae</b>																		
<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor				1	0,005	0,10							B	I	Ca, Pa, AA	V	
<b>Passerellidae</b>																		
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	6	0,031	0,60	4	0,018	0,40	4	0,018	0,40	4	0,019	0,40	B	G	Ca, Pa, AA	O, V	
<b>Parulidae</b>																		
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	3	0,014	0,30	2	0,009	0,20	B	I	F, Ga	O, V	
<b>Icteridae</b>																		
<i>Gnorimopsar chopi</i>	passaro-preto	4	0,021	0,40				4	0,018	0,40				B	O	Ca, Pa, AA	O, V	
<i>Sturnella superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul										2	0,009	0,20	B	G	Ca, Pa, Ci, AA	O, V	
<b>Thraupidae</b>																		
<i>Saltatricula atricollis</i>	bico-de-pimenta				2	0,009	0,20	2	0,009	0,20				M, E	G	F, Ce	O, V	
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro	1	0,005	0,10	1	0,005	0,10							B	G	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Lanio cucullatus</i>	tico-tico-rei	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20				B	G	F, Ce, AA	O, V	
<i>Tangara sayaca</i>	sanhaçu-cinzento	2	0,010	0,20	4	0,018	0,40	4	0,018	0,40				B	F	F, Ga, AA	O, V	
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaçu-do-coqueiro	4	0,021	0,40	4	0,018	0,40	6	0,027	0,60				B	F	F, Ga, AA	O, V	
<i>Tangara cayana</i>	saíra-amarela							1	0,005	0,10				M	I, F	F, Ga, Ce, Ca	O, V	
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha							2	0,009	0,20				B	F	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul				2	0,009	0,20	2	0,009	0,20				B	F	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor							2	0,009	0,20				B	F	F, Ci, Ga	O, V	
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	8	0,041	0,80	6	0,028	0,60	8	0,036	0,80	7	0,033	0,70	B	G	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto							1	0,005	0,10				B	F	F, Ga	O	
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	4	0,021	0,40	4	0,018	0,40	5	0,023	0,50				B	G	Pa, Ca, Ce, AA	O, V	
<b>Fringillidae</b>																		
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	2	0,010	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	2	0,009	0,20	B	F	F, Ci, Ga, AA	O, V	

O Gráfico 10 apresenta a curva do coletor calculada pelo método de rarefação de *Mao Tao*, que corresponde a levantamentos por pontos, transectos e observações oportunísticas, com 10 horas de esforço amostral por área, onde o mesmo mostra que a riqueza de espécies registradas até o momento (n=195) foi menor do que a riqueza de espécies estimadas pelo método *Jackknife 1* (n=230). Com o avanço do monitoramento espera-se que esta diferença entre riqueza registrada e observada diminua gradativamente, juntamente com os seus respectivos erros padrões, obtendo uma representatividade estatística cada vez mais consistente. Nesta campanha foram adicionados seis novos registros de espécies da avifauna. Como exemplo podemos citar a maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*).

Das áreas amostrais, a área a montante do reservatório (MO) obteve a maior riqueza de espécies nesta campanha, com 78 espécies registradas e abundância de 217 indivíduos. Em seguida vem a área a jusante do reservatório (JU) com 69 espécies e 213 indivíduos, logo após a área do reservatório (RE) com 68 espécies e 220 indivíduos e por fim aparece a área controle (CO) com 62 espécies e abundância de 194 indivíduos (Gráfico 11).



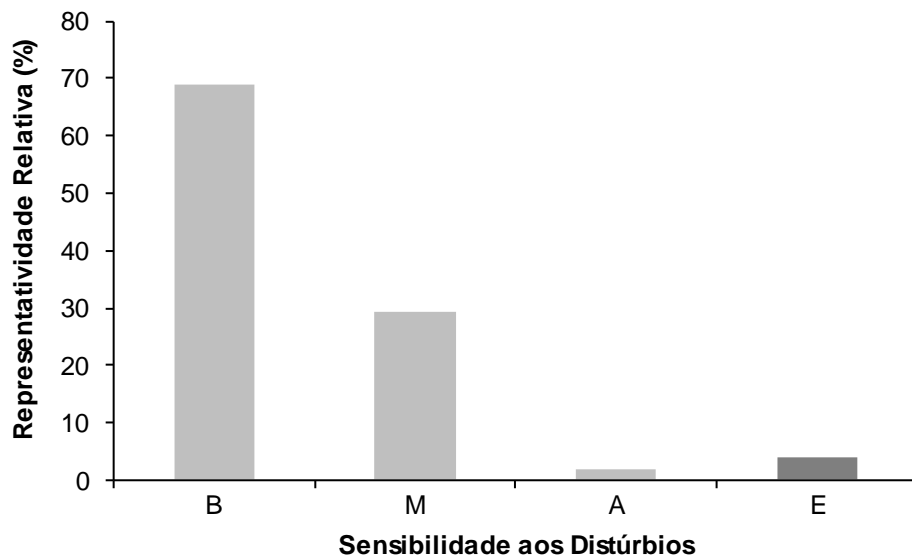
**Gráfico 10.** Curva de acúmulo de espécies registradas até o momento no monitoramento da avifauna em fevereiro de 2020, PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de *Mao Tao* e riqueza estimada pelo método de *Jackknife*. As barras representam o intervalo de confiança 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 2020.

O Gráfico 12 apresenta a sensibilidade aos distúrbios dos habitats das espécies registradas e a presença de táxons endêmicos das áreas monitoradas. Os indivíduos com baixa sensibilidade aos distúrbios ficaram em primeiro com 69% (n=73) (Figura 18) seguidos dos seres com média sensibilidade com 29% (n=31) e alta sensibilidade 2% (n=2). Somando-se a isto, 4% (n=4) deste total são considerados endêmicos. Pela fragmentação florestal pré-existente no local e áreas de pastagem, o elevado número de espécies com baixa sensibilidade aos distúrbios é justificado.

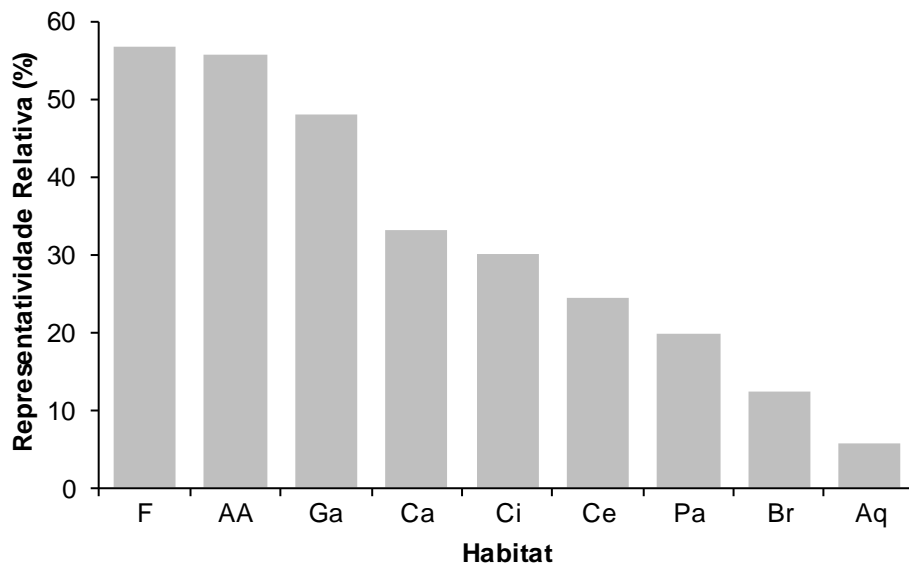
Conforme demonstrado no Gráfico 13, 57% (n=60) das espécies registradas habitam ambientes florestados, 56% (n=59) áreas antropizadas, 48% (n=51) florestas de galeria, 33% (n=35) campos, 30% (n=32) matas ciliares, 25% (n=26) Cerrado, 20% (n=21) pastagens cultivadas, 12% (n=13) brejos e nascentes (Figura 19) e 6% (n=6) ambientes aquáticos. Lembrando que uma mesma espécie pode usufruir de vários ambientes concomitantemente.



**Gráfico 12.** Representatividade relativa do número de espécies registradas com sensibilidade aos distúrbios do habitat e presença de espécies endêmicas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Sensibilidade: A – alta, M – média, B – baixa, E – endêmica. Fevereiro de 2020.



**Figura 18.** Exemplo de espécie com baixa sensibilidade a distúrbios antrópicos em seu habitat. Anu-branco (*Guira guira*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.



**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, AA - áreas antropizadas, Ga - matas de galeria, Ci - matas ciliares, Ca – campos, Ce – Cerrado, Br - brejos, Pa - pastagens cultivadas, Aq – ambientes aquáticos. Fevereiro de 2020.



**Figura 19.** Exemplo de espécie que pode habitar brejos. Cabeça-seca (*Mycteria americana*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

Os registros de espécies da avifauna mostram que a maioria pertencem às categorias alimentares dos insetívoros e onívoros, ambas com 28% (n=30) (Figura 20 e Figura 21), seguidas por 16% (n=17) frugívoros, 11% (n=12) granívoros, 4% (n=4) nectarívoros e os que variam a sua dieta entre frugívoros e insetívoros, 3% (n=3) e os que variam a sua dieta entre carnívoros e insetívoros, 2% (n=2) detritívoros, carnívoros e piscívoros, evidenciando que por se tratar de uma região neo-tropical, a guilda dos insetívoros e dos onívoros ocupam a maior representatividade relativa entre as espécies registradas (Gráfico 15). 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.

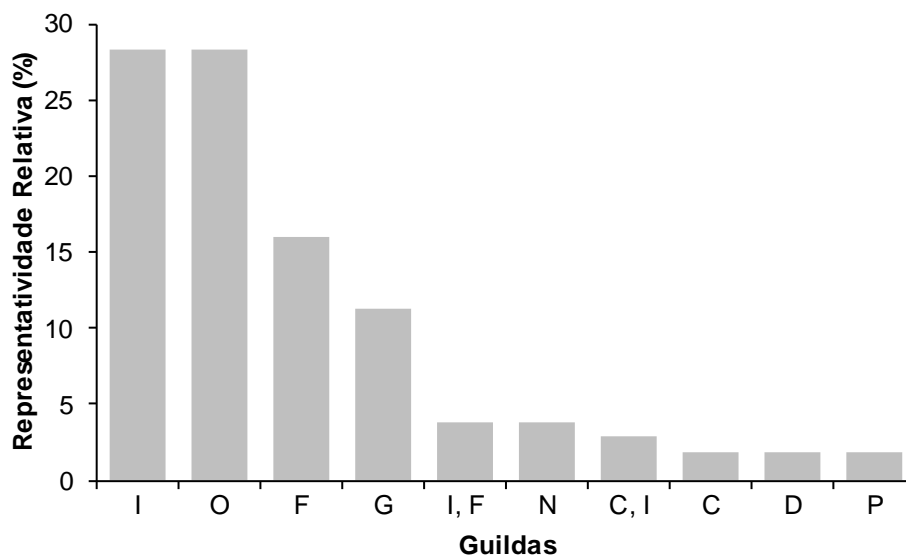


**Figura 20.** Exemplo de espécie onívora. Pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.





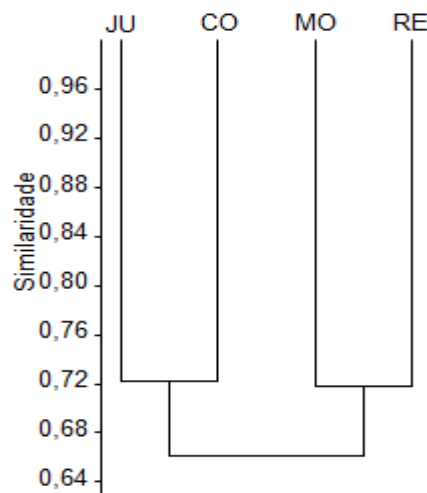
**Figura 21.** Exemplo de espécie onívora. Bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.



**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: O – onívoros, I – insetívoros, F – frugívoros, G – granívoros, I,F – insetívoros e frugívoros, N – nectarívoros, C,I – carnívoros e insetívoros, P – piscívoros, D – detritívoros, C - carnívoros. Fevereiro de 2020.

O dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-Curtis* elaborado pelo método UPGMA está demonstrado no gráfico abaixo, onde a área controle (CO) e a área a jusante do reservatório (JU) são mais similares entre si, logo após aparece a área do reservatório (RE) e a área a montante do reservatório (MO) (Gráfico 15). Nesta fase o ambiente encontra-se em processo de mudanças devido ao pós-enchimento do reservatório.

O cálculo do índice de diversidade de espécies de *Shannon-Wiener* mostra diferença na riqueza entre as áreas amostradas por meio do método de transecção e pontos de amostragem (Tabela 5).



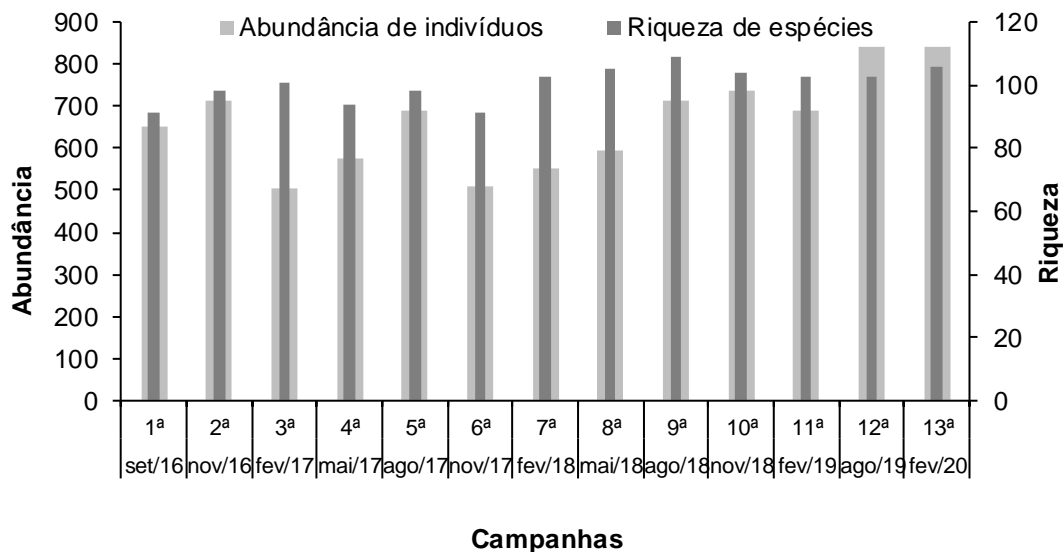
**Gráfico 15.** Dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-Curtis* elaborado pelo método UPGMA (Coeficiente Cofenético=0,7787) das espécies registradas no monitoramento da avifauna, PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

**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 2020.

Áreas Amostrais	Método	R	N	H'
CO	Pontos e Transectos	62	194	3,899
MO	Pontos e Transectos	78	217	4,110
RE	Pontos e Transectos	68	220	4,003
JU	Pontos e Transectos	69	213	3,987

### 3.2.1. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Foram realizadas até o presente momento 13 campanhas de monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, compreendendo o período de agosto-setembro de 2016 a fevereiro de 2020. No total foram registradas 195 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 agosto-setembro de 2016 e de agosto de 2018 foram as que apresentaram maiores variações de riqueza e diversidade em relação as demais. Para agosto-setembro de 2016 tivemos os menores registros de riqueza com 91 espécies registradas e índice de diversidade de *Shannon* de 4,096 e para agosto de 2018 tivemos os maiores registros de riqueza com 109 espécies registradas e índice de diversidade de *Shannon* de 4,280. Após o fim dos distúrbios pontuais de desmate, enchimento do reservatório e consolidação da nova APP, comparações mais robustas serão possíveis de serem feitas, ligando os padrões encontrados a variações sazonais naturais ou possíveis impactos do empreendimento sobre a avifauna.



**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 2020.

**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 2020.

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

### 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 em perigo de extinção (EN), de acordo com a IUCN (2019) e o ICMBio (2018). A águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) (Figura 22) é uma das maiores aves de rapina encontradas no Brasil e uma das mais raras. Sua população está em declínio, onde uma das principais ameaças a esta espécie no Brasil é associada à descaracterização de seu hábitat preferencial, os campos naturais e as paisagens associadas, como o Cerrado e as vegetações rupestres. Além disso, em áreas rurais, a pulverização exagerada de defensivos agrícolas pode ser fator determinante para o incremento nas taxas de mortalidade destes indivíduos, bem como causar o malogro reprodutivo pela má-formação dos ovos. Outra ameaça verificada para esta e outras aves de rapina de grande porte, é o abate indiscriminado de indivíduos, uma vez que eventualmente essas águias predam animais domésticos e, dessa forma, são consideradas prejudiciais, em particular para a avicultura (VERONEZI & KILPP, 2017, MENQ, 2018).



**Figura 22.** Águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) registrada no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

Uma espécie registrada nesta campanha está listada como vulnerável a extinção (VU), de acordo com a IUCN (2019) 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 (35 anos).

Outras duas espécies constam como quase ameaçadas (NT) na lista internacional e nacional, sendo elas:

- o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), que é endêmico do Cerrado, sendo uma ave típica das regiões secas e centrais do país. A captura para o comércio ilegal e a redução dos cerrados e cerradões são as principais causas de sua diminuição;

- o papagaio (*Amazona aestiva*) onde especialistas indicam que as principais ameaças a esta espécie são agricultura, plantações para indústrias de celulose, pastagens, captura para o comércio de animais de estimação (local e internacional), extração em larga escala da vegetação nativa e mudanças climáticas. (BERKUNSKY *et al.* 2017).

As espécies como o sovi (*Ictinia plumbea*), gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*), águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), rabo-branco-acanelado

(*Phaethornis pretrei*), beija-flor-tesoura (*Eupetomena macroura*), besourinho-de-bico-vermelho (*Chlorostilbon lucidus*), beija-flor-dourado (*Hylocharis chrysura*), tucanuçu (*Ramphastos toco*), araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*), carcará (*Caracara plancus*), pinhé (*Milvago chimachima*), falcão-de-coleira (*Falco femoralis*), arara-canindé (*Ara ararauna*), maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*), maracanã-pequena (*Diopsittaca nobilis*), periquitão-maracanã (*Psittacara leucophthalmus*), periquito-rei (*Eupsittula aurea*), periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) e o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) constam no anexo II da CITES (CITES, 2019), 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.

Foram registradas duas espécies com alta sensibilidade aos distúrbios nesta campanha: o araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*) 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*) e o bico-de-pimenta (*Saltatricula atricollis*). Registros destas espécies são sempre importantes, uma vez que estes indivíduos habitam exclusivamente os limites do Cerrado e seu ecótono. Esforços futuros no monitoramento darão atenção especial para saber se estas espécies continuarão a ser registradas e se novos registros de espécies endêmicas surgirão.



## 4. MASTOFAUNA

### 4.1. METODOLOGIA

#### 4.1.1. COLETAS DE DADOS

Durante a campanha de campo de número 13, 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, totalizando 72 horas por armadilha (Figura 23).

**Armadilhas *Live trap*:** para animais de pequeno porte foram utilizadas 10 armadilhas do tipo *Sherman* e 10 do tipo *Tomahawk* ou gaiola (Figura 24) (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 23), 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 23.** Armadilha fotográfica (*camera trap*) à esquerda e à direita armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.



**Figura 24.** Armadilha do tipo *Tomahawk* à esquerda e à direita armadilha do tipo *Sherman* para pequenos mamíferos, utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

#### 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).

## 4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.2.1. REGISTROS DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Foram encontradas 19 espécies de mamíferos não-voadores, distribuídas em oito ordens e 15 famílias. Dentre os tipos de amostragem, a procura visual foi o método mais eficiente, o qual registrou 12 espécies (aproximadamente 63% do total; Figura 25). Sete espécies foram detectadas por mais de um método de busca (Tabela 7), como a anta (*Tapirus terrestris*) e o lobinho (*Cerdocyon thous*), registrados em armadilha fotográfica (Figura 26), por avistamento e por vestígios (Figura 27). Das 19 espécies registradas neste monitoramento, quatro (aproximadamente 21%) estão classificadas em alguma categoria de ameaça devido à alta sensibilidade à impactos antrópicos diretos e indiretos, como perda de habitat e caça (ICMBio, 2018; IUCN, 2019).

A abundância total de mamíferos foi de 50 indivíduos, sendo a anta (*Tapirus terrestris*) o mamífero mais abundante (7 indivíduos), seguido pelo lobinho (*Cerdocyon thous*, 6 indivíduos), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, cinco indivíduos), cateto (*Pecari tajacu*, cinco indivíduos), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*, quatro indivíduos), gambá (*Didelphis albiventris*, quatro indivíduos), rato-da-árvore (*Oecomys* sp., três indivíduos), paca (*Cuniculus paca*, três indivíduos), veado-mateiro (*Mazama americana*, dois indivíduos) e catita (*Marmosa murina*, dois indivíduos). As demais espécies de mamíferos não-voadores foram representadas por um indivíduo apenas (Tabela 7).



**Figura 25.** Vestígio de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, esquerda) e Vestígio de tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*, direita) registradas por procura visual durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

**Tabela 7.** Lista das espécies de mamíferos terrestres registrados na 13ª 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=herbívoros pastador; In=insetívoro; Myr=mirmecófago; On=onívoro; Ca=carnívoro; Gr=granívoro; Se=predador de semente. Tipo de Registro: A=avistamento; C=captura; CT=camera trap; V=vestígio. Status da espécie: NT=quase ameaçado. NT<sup>1</sup>: IUCN; NT<sup>2</sup>: ICMBio. VU=vulnerável. VU<sup>1</sup>: IUCN; VU<sup>2</sup>: ICMBio. Em azul novos registros para o monitoramento. Fevereiro de 2020.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Dieta	Hábito	Registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>									
<b>Didelphidae</b>									
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá	2	1		1	Fr/On	Sc	A, C	
<i>Marmosa murina</i>	cuíca	1		1		In/On	Sc	C	
<b>LAGOMORPHA</b>									
<b>Leporidae</b>									
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti		1			Hb	Te	A	
<b>PILOSA</b>									
<b>Myrmecophagidae</b>									
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira			1		Myr	Te	CT	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>CINGULATA</b>									
<b>Chlamyphoridae</b>									
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba				1	In/On	SF	V	
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	1				Myr	SF	V	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Dasypodidae</b>									
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	1				In/On	SF	V	
<b>PERISSODACTYLA</b>									
<b>Tapiridae</b>									



ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Dieta	Hábito	Registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	2	1	1	3	Hb/Fr	Te	A,CT,V	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>CETARTIODACTYLA</b>									
<b>Cervidae</b>									
<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro		1	1		Fr/Hb	Te	CT,V	
<b>Tayassuidae</b>									
<i>Pecari tajacu</i>	cateto	1	2	1	1	Fr/Hb	Te	CT,V	
<b>CARNIVORA</b>									
<b>Canidae</b>									
<i>Cerdocyon thous</i>	lobinho	3	2		1	In/On	Te	A,CT,V	
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará				1	Ca/On	Te	V	NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Felidae</b>									
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica				1	Ca	Te	V	
<b>Procyonidae</b>									
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	1	2		1	Fr/On	Sc	A,V	
<b>RODENTIA</b>									
<b>Caviidae</b>									
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara				5	Hb	SA	V	
<b>Cricetidae</b>									
<i>Oecomys</i> sp.	rato-da-árvore	1		2		Fr/Se	Ar	C	
<i>Oligoryzomys</i> sp.	rato-do-mato				1	Fr/Gr	Sc	C	
<b>Cuniculidae</b>									

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas amostrais				Dieta	Hábito	Registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
<i>Cuniculus paca</i>	paca	1		1	1	Fr/Hb	Te	CT,V	
<b><i>Dasyproctidae</i></b>									
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia			1		Fr/Gr	Te	CT	





**Figura 26.** Anta (*Tapirus terrestris*, esquerda) e lobinho (*Cerdocyon thous*, direita) registradas por armadilhas fotográficas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

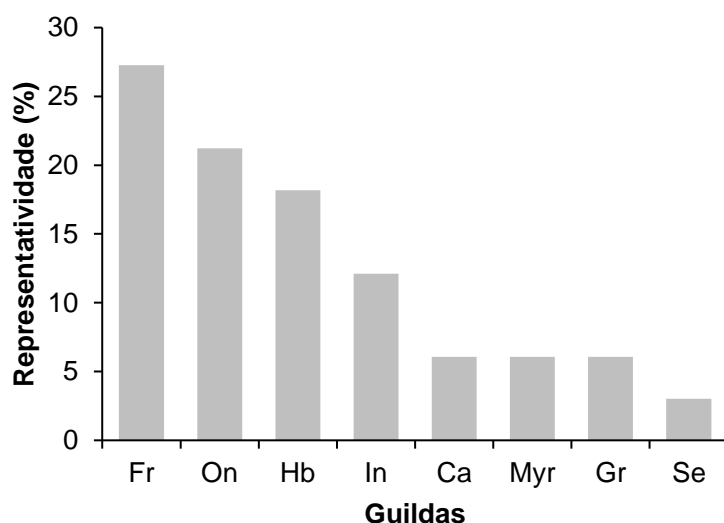


**Figura 27.** Vestígio de anta (*Tapirus terrestris*, esquerda) e vestígio de lobinho (*Cerdocyon thous*, direita), mamíferos registrados por vestígio, armadilha fotográfica e avistamento na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

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 estão representadas por: frugívoros (27%), onívoros (21%); herbívoros (18%), insetívoros (12%), carnívoros (6%), mirmecófagos

(6%), granívoros (6%) e predadores de sementes (3%) (Gráfico 17), sendo que algumas espécies apresentam sobreposição de guildas (Figura 28). 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.



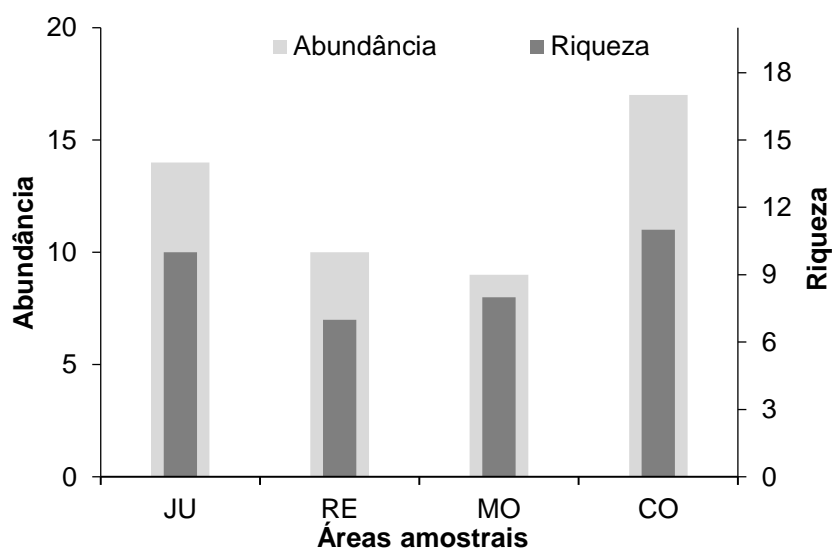
**Gráfico 17.** Representação do percentual das Guildas registradas no monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Guildas: Fr – frugívoros, On – onívoros, Hb – herbívoros, In – insetívoros, Ca – carnívoros, Myr – mirmecófagos, Gr – granívoros, Se – predadores de sementes. Fevereiro de 2020.



**Figura 28.** Gambá (*Didelphis albiventris*), espécie que apresenta sobreposição de guilda registrada durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

#### 4.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

Foram registrados os maiores valores de riqueza (11 espécies) na área Controle (CO), seguida pela Jusante (JU; 10 espécies), Montante (MO; oito espécies) e Reservatório (RE; sete espécies) (Tabela 8). A abundância foi maior na área Controle (17 indivíduos), seguida pela Jusante (14 indivíduos), Reservatório (10 indivíduos) e Montante (nove indivíduos) (Gráfico 18). Em relação a diversidade, o índice de *Shannon-Wiener* calculada para cada área amostral, determinou a área Jusante ( $H'=2,206$ ) como área mais diversa (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). Por isso as áreas Jusante (JU) e Controle (CO) obtiveram altos valores e a área Reservatório (RE) não obteve valor proporcional a sua riqueza de espécies. Isto dificulta a interpretação de índices de diversidade multivariados e sua correta aplicação para a conservação, sendo indicado utilizar apenas a riqueza de espécies como medida de diversidade local (MELO, 2008).

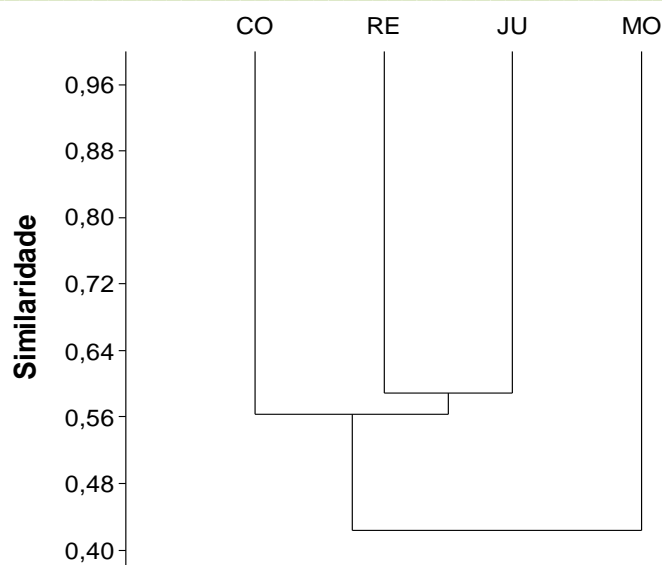


**Gráfico 18.** Representatividade de espécies durante a campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. JU – jusante, RE – reservatório, MO – montante, CO – controle. Fevereiro de 2020.

**Tabela 8.** Riqueza, abundância e índice de diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) das espécies registradas no monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020. JU – Jusante; RE – Reservatório; MO – Montante; CO – Controle.

	JU	RE	MO	CO
<b>Riqueza</b>	10	7	8	11
<b>Abundância</b>	14	10	9	17
<b>Shannon (<math>H'</math>)</b>	2,206	1,887	2,043	2,166

O cálculo da similaridade entre as áreas amostrais agrupou as áreas Reservatório (RE) e Jusante (JU) como áreas mais semelhantes nessa campanha. O índice também agrupou o grupo formado pelo Reservatório e Jusante com o Controle (CO), sendo a Montante (MO) a área mais distante entre elas (Gráfico 19). Esse agrupamento se deve principalmente pelo compartilhamento de espécies entre as áreas da Jusante, Reservatório e Controle, enquanto a área Montante apresenta poucas espécies compartilhadas com essas áreas, sendo que algumas foram registradas apenas nessa área.



**Gráfico 19.** Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de Dice), com método de agrupamento UPGMA no monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020. Onde: CO=controle; RE=reservatório; JU=jusante e MO=montante do reservatório. Coeficiente cofenético=0,7266.

#### 4.2.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando-se as 13 campanhas realizadas até o momento, a última apresentou a riqueza de espécies (19) e abundância de indivíduos (50) abaixo dos valores encontrados na campanha realizada em fevereiro de 2019 (21 espécies e 56 indivíduos). Ao considerarmos o índice de *Shannon-Wiener*, o valor obtido nesta campanha ( $H' = 2,694$ ; Tabela 9) também foi menor se comparado a campanha de fevereiro de 2019 ( $H' = 2,742$ ), no entanto, são valores elevados que demonstram a diversidade no local. A campanha que apresenta o maior valor de diversidade até o momento continua sendo a 12<sup>a</sup> (agosto de 2019), que apresentou os maiores valores de riqueza de espécies (27) e abundância de indivíduos (68), 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 2020.

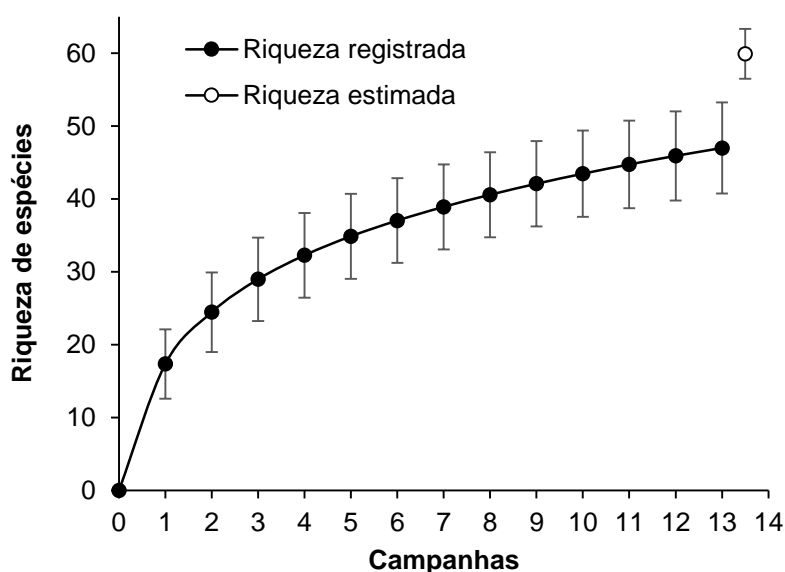
Campanha	Mês	Riqueza	Abundância	Shannon_H
1a	set/16	19	36	2,784
2a	nov/16	19	53	2,610
3a	fev/17	12	22	2,264
4a	mai/17	10	21	2,149
5a	ago/17	13	22	2,363
6a	nov/17	15	35	2,513
7a	fev/18	19	42	2,573
8a	mai/18	19	47	2,585
9a	ago/18	17	53	2,546
10a	nov/18	18	52	2,722
11a	fev/19	21	56	2,742
12a	ago/19	27	68	2,886
13a	fev/20	19	50	2,694

#### 4.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha referente a este relatório (fevereiro de 2020) foram registradas 19 espécies para a região da PCH Verde 4, as quais adicionaram duas espécies ao total registrado. No total, 47 espécies registradas para todo o período de monitoramento da mastofauna não-voadora até o momento (Anexo III). As espécies registradas apenas nesta campanha foram *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti) e *Mazama americana* (veado-mateiro; Figura 29).

A curva de rarefação feita para as 13 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 (com acréscimo desta campanha de campo) mostra que a diversidade da mastofauna não voadora na área de influência do empreendimento ainda é subestimada, e que futuras amostragens possuem alta probabilidade de registrar novas espécies para a região de influência do empreendimento.





**Gráfico 20.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação.



**Figura 29.** Vestígio de veado-mateiro (*Mazama americana*), espécie registrada apenas na 13ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

#### 4.2.5. ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS E EXÓTICAS

Considerando as espécies registradas para esta campanha, quatro encontram-se classificadas em alguma categoria de ameaça tanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2019) quanto pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2018): o tamanduá-bandeira

(*Myrmecophaga tridactyla*, Figura 30), a anta (*Tapirus terrestris*), o tatu-canastra (*Priodontes maximus*, Figura 30) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). O tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) está listado como ‘vulnerável’ devido principalmente a impactos antrópicos que causam desconexão e redução de hábitat (MIRANDA *et al.*, 2015). A anta é o maior mamífero terrestre neotropical, com ocorrência registrada desde a Venezuela ao sul do Paraguai (EISENBERG & REDFORD, 1999). O hábitat da espécie está fortemente ligado a água e a formações florestais, habita proximidades de áreas úmidas, matas ciliares, e lagos. Pode ser considerada uma espécie herbívora, porém sua dieta varia de acordo com a disponibilidade de alimentos na região, consome folhas e brotos de plantas próximas a água, frutos estão inclusos em sua dieta. Possui hábito diurno ou noturno, dependendo da ocupação humana na área (VOSS & EMMONS, 1996).

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 hábitat, 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 30.** Espécies classificadas como “vulnerável” registradas durante a 13a campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4. Vestígio de tatu-canastra (*Priodontes*

*maximus*, esquerda) e Registro fotográfico de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, direita). Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

Classificada como espécie ‘vulnerável’ somente em âmbito nacional (ICMBio, 2018), encontra-se o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). Ao considerarmos todas as campanhas de monitoramento, foram registradas 13 espécies classificadas como ‘vulnerável’ ou ‘quase-ameaçada’ de extinção, segundo as listas consultadas (Tabela 10).

**Tabela 10.** Lista das espécies de mamíferos não-voadores ameaçados e exóticos registradas durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4, Água Clara/MS. **Legenda:** ICMBio=Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018). IUCN=União Internacional para a Conservação da Natureza (2019).

Espécie	Nome popular	ICMBio	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	Endêmico
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	Vulnerável	Quase-ameaçada	
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego	Vulnerável		Edêmico
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	Vulnerável	Quase-ameaçada	
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	Vulnerável		Endêmico
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	Quase-ameaçada	Quase-ameaçada	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	Vulnerável		
<i>Puma concolor</i>	onça-parda	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 13ª campanha, 25 podem ser consideradas cinegéticas (Tabela 11). Grande parte das espécies são procuradas como caça (alimentação) por moradores de áreas rurais ou comunidades tradicionais, como o cateto (*Pecari tajacu*, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e a paca (*Cuniculus paca*, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

**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.

<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Interação</b>
Gambá	<i>Didelphis albiventris</i>	Predação de animais domésticos
Tapiti	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Caça
Tatu-galinha	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Caça
Tatu-peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Caça
Tatu-do-rabo-mole	<i>Cabassous unicinctus</i>	Caça
Tatu-canastra	<i>Priodontes maximus</i>	Caça
Anta	<i>Tapirus terrestris</i>	Caça
Cervo-do-pantanal	<i>Blastocerus dichotomus</i>	Caça
Veado-catingueiro	<i>Mazama gouazoubira</i>	Caça
Veado-mateiro	<i>Mazama americana</i>	Caça
Veado-campeiro	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Caça
Cateto	<i>Pecari tajacu</i>	Caça
Queixada	<i>Tayassu pecari</i>	Caça
Lobinho	<i>Cerdocyon thous</i>	Predação de animais domésticos
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachiuirus</i>	Predação de animais domésticos
Raposinha	<i>Lycalopex vetulus</i>	Predação de animais domésticos
Jaguatirica	<i>Leopardus pardalis</i>	Predação de animais domésticos
Gato-mourisco	<i>Herpailurus yagouaroundi</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
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 lobinho (*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 31.** Cateto (*Pecari tajacu*, esquerda) e Vestígio (pegada) de paca (*Cuniculus paca*, direita), espécies consideradas cinegéticas registradas por procura visual durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2020.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. HERPETOFAUNA

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 dos répteis *Amerotyphlops brongersmianus*, *Salvador merianae* e *Bothrops moojeni*, geralmente associado a habitats florestados. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção, uma espécie (01) encontra-se inserida no apêndice II da Cites e oito espécies (08) endêmica do Cerrado.

Na campanha anterior foram verificados os menores valores de riqueza e diversidade, enquanto a atual apresentou os maiores valores desde o início do monitoramento. Após a supressão de habitats as espécies animais podem apresentar um tempo de latência em resposta à fragmentação e redução de seus ambientes, portanto é provável que a redução da abundância de indivíduos verificados na campanha anterior seja efeito da redução de área. 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 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 106 espécies de aves. Podemos destacar um novo registro por ser espécie carnívora de topo de cadeia, a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*). é uma das maiores aves de rapina encontradas no Brasil e uma das mais raras. Sua população está em declínio, onde uma das principais ameaças a esta espécie no Brasil é associada à descaracterização de seu hábitat preferencial, os campos naturais e as paisagens associadas, como o Cerrado e as vegetações rupestres. Outra ameaça verificada para esta e outras aves de rapina de grande porte, é o abate indiscriminado de indivíduos, uma vez que eventualmente essas águias predam animais domésticos e, dessa forma, são consideradas prejudiciais.

Nesta fase de pós-enchimento do reservatório da PCH, possivelmente o local possa estar sobre influência do adensamento de espécies, visto que os fragmentos de



vegetação remanescentes serviram de refúgio imediato para as aves afugentadas e/ou resgatadas. Outro fator importante são as espécies oportunísticas que podem vir a ocupar o local provisoriamente até que o ambiente se estabilize novamente.

Logo, a reconstituição da APP se torna de suma importância para que impactos deste adensamento de espécies e do desmate sejam mitigados. Neste contexto, a continuidade do monitoramento é recomendada para que seja possível a análise de prováveis fatores impactantes gerados na avifauna após estes eventos.

Recomenda-se a promoção de atividades de conscientização para os colaboradores e trabalhadores do empreendimento, abordando a importância da preservação das espécies de aves *in situ*, aspectos da legislação ambiental, com ênfase à Lei de Crimes Ambientais, desencorajando as práticas de captura e caça de aves no local, instruindo também sobre importância das APPs nas beiras de rios.

### 5.3. MASTOFAUNA

A mastofauna não voadora registrada até o momento para a área de influência do Empreendimento é caracterizada principalmente por espécies com importante papel ecológico (ampla variedade de hábitos alimentares), 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; ICMBio 2018; IUCN 2019). 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, há o impacto pela intensa ocupação humana. Além disso, a presença de diversas espécies alvos de caça torna comum o contato com humanos. Portanto, indicamos que o Empreendimento continue apoiando ações de preservação dos remanescentes florestais, bem como os trabalhos de conscientização ambiental que vem sendo realizados com população local.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BERKUNSKY, I., QUILLFELDT, P., BRIGHTSMITH, D. J., ABBUD, M. C., AGUILAR, J. M. R. E., ALEMÁN-ZELAYA, U., ARAMBURÚ, R. M., ARIAS, A. A., MCNAB, R. B., BALSBY, T. J. AND BARBERENA, J. B. 2017. *Current threats faced by Neotropical parrot populations*. Biological Conservation 214: 278-287.

BORDIGNON, M.O.; CÁCERES, N.C.; FRANÇA, A.O.; CASELLA, J. & VARGAS, C.F. 2006. Inventário da Mastofauna no Complexo Aporé-Sucuriú. In: Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú – Subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado. Pagotto, T.C.S. & Souza, P.R. (ed.). p. 131-142.

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.

CÁCERES, N.C.; CARMIGNOTTO, A.P.; FISCHER, E. & SANTOS, C.F. 2008. Mammals from Mato Grosso do Sul, Brazil. Check List 4(3): 321–335.

CAMPBELL, H.W.; CHRISTMAN, S.P. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In N. J. Scott Jr.(ed.), Herpetological Communities, p.93-200. Wildl. Res. Rept.13, US. Fishand Wildl. Serv. Washington, DC.

CAVALCANTI, R.B. 1988. Migrações de aves do Cerrado. In: Anais do IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves. Azevedo-Jr, S.M. (ed.). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. p. 110-116.

CAVALCANTI, R.B. 1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. *Studies in Avian Biology* 19: 244-249.

CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). 2014. Listas das aves do Brasil. Versão 01/01/2014. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acessado em cinco de março de 2020.

CECHIN, S.Z. & MARTINS, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revta bras. Zool.* 17(3): 729-740.

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). 2017. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: <http://www.cites.org/eng/app/appendices>. Acessado em cinco de março de 2020.

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. & BÉRNILS, R.S. 2018. Répteis brasileiros: lista de espécies. *Herpetologia Brasileira* 7(1): 11-57.

COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R., MENDES, S.L. & ALBERT, D.D. 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade* 1(1): 103-112.

DA COSTA, R. B. 2003. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-oeste. Campo Grande, UCDB, 245 p.

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.

DUELLMAN, W. & TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill Book Company.

EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. Mammals of the Neotropics. 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. 2019. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acessado em 20 de fevereiro de 2020.

GREENBERG C.H.; NEARY D.G. & HARRISL.D. 1994. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of *pitfall*, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. Journal of Herpetology, 28(3): 319-324.

GWYNNE, J. A., RIDGELY, R. S., TUDOR, G., ARGEL, M., 2010, Aves do Brasil – Pantanal e Cerrado, São Paulo, editora Horizonte; Nova York, NY. Comstock Publishing Associates.

HEYER, W.R., DONNELLY, M.A., MCDIARMID, R.W., HAYEK, L.C. & FOSTER, M.S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington.

HOWE, H.F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. Biol. Conserv. 30: 261-281.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume II – Mamíferos. Brasília, DF. 622p.

IUCN 2019. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em cinco de março de 2020.

KLINK, C.A., & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(1), 147-155.

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.

MATA, J.R.R., ERIZE, F. & RUMBOLL, M. 2006. Birds of South America: non-passerines rheas to woodpeckers. New Jersey: Princeton University Press. 384 p.

MELO, A.S. 2008. What do we win 'confounding' species richness and evenness in a diversity index? *Biota Neotropica* 8: 21-27.

MENQ, W. (2018) Águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) - Aves de Rapina Brasil. Disponível em: < [http://www.avesderapinabrasil.com/harpyhaliaetus\\_coronatus.htm](http://www.avesderapinabrasil.com/harpyhaliaetus_coronatus.htm) > Acessado em cinco de março de 2020.

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>

MOTTA JÚNIOR, J.C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. *Ararajuba*, n. 1, p. 65-71.

NOGUEIRA, C.C. 2006. Diversidade e padrões de distribuição da fauna de lagartos do Cerrado. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. 295p.



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., F.C. STRAUBE, R.R. LAPS & S.R. POSSO (2017) *Checklist das aves do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil*. Iheringia, Série Zoológica 107(supl.).

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. Assembléias 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. 2020. Xeno-canto: birds songs from Tropical America. Disponível em <http://www.xeno-canto.org>. Acessado em cinco de março de 2020.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. Biologia da Conservação. Londrina, PR. 328p.

RIBEIRO, R.S.; EGITO, G.T.B.T. & HADDAD, C.F.B. 2005. Chave de identificação: Anfíbios anuros da vertente de Jundiá da Serra do Japi, Estado de São Paulo. *Biota Neotropica* 5(2): 235–247.

RIDGELY, R.S. & TUDOR, G. 2009. Field Guide to the Songbirds of South America: the passerines. University of Texas, Austin. 736 p.

ROCHA, E.C.; BRITO, D.; SILVA, P.M.; SILVA, J.; BERNARDO, P.V. & JUEN, 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.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LANGONE, J & GARCIA, P.C.A. 2019. Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetologia Brasileira* 8(1): 65-96.

SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

SIGRIST, T. 2006. *Aves do Brasil: uma visão artística de Tomas Sigrist*. São Paulo: Avisbrasilis.

SIGRIST, T. 2009. *Iconografia das Aves do Brasil – volume I – Bioma Cerrado*. São Paulo: Avisbrasilis.

SILVA JÚNIOR, N.J.; CINTRA, C.E.D.; SILVA; H.L.R.; COSTA, M.C.; SOUZA, C.A.; PACHÊCO JÚNIOR, A.A. & GONÇALVES, F.A. 2009. Herpetofauna, Ponte de Pedra Hydroelectric Power Plant, states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil *Check List* 5(3): 518–525.

SILVA, C.R. 2001. Riqueza e Diversidade de Mamíferos Não Voadores - Análise em um mosaico formado por plantio de *Eucalyptus saligna* e remanescentes de Floresta Atlântica no município de Pilar do Sul, SP. Dissertação – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo Piracicaba-SP. 56 p.

SILVA, J.M.C. & BATES, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233.

SILVA, J.M.C. 1995. Birds of the Cerrado region, South America. *Steenstrupia* 21:69-92.

SILVA, J.M.C. 1997. Endemic birds species and conservation in the Cerrado region, South America. *Biodivers.Conserv.* 6:435-450.

SOUZA, F.L. 2005. Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Rev. Esp. Herp.*19:33-46.

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.

TOLEDO, L.F., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2003. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de Anfíbios Anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environment*, 3(2): 136-149.

UETANABARO, M., 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. & HOŠEK, J. (ed.). 2019. *The Reptile Database*. Disponível em <http://www.reptile-database.org>. Acessado em 20 de fevereiro de 2020.

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.

VERONEZI, W.R. & J. KILPP. (2017) A águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) no município de Paineira (Santa Catarina) e observações sobre sua biologia. *Atualidades Ornitológicas* 195: 43-48.

VIELLIARD, J.M.E.; M.E.C. ALMEIDA; I. ANJOS; W.R. SILVA (2010) Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). *In: MATTER, S.V.; F.C. STRAUBE; I. ACCORDI; V. PIACENTINI & J.F. CÂNDIDO-JR.* p.47-60. *Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento.* Rio de Janeiro: Technical Books.

VITT, L.J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History* 1: 1-29.

VOSS, R.S. & 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 2020 - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br>> Acessado em cinco de março de 2020.



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** – Cronograma de execução dos programas de acompanhamento e monitoramento da fauna terrestre, ictiofauna e macrófitas, com as campanhas de campo realizadas até o momento e as campanhas previstas, para a PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo VI** – 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 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** (C2) espécie listada no apêndice II da Cites; (End) espécie endêmica do Bioma Cerrado; (Ex) espécie exótica; (F) espécie com preferência ou dependente de ambiente florestado.

Espécie	Nome popular	Campanhas												Estrato	Ativ	Status
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19			
<b>ORDEM ANURA "sapos, rãs e pererecas"</b>																
<b>Família Bufonidae</b>																
<i>Rhinella schneideri</i>	sapo-cururu	1	4	2	1	1	5	6	1	11	9	3	1	10	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	Ab	N
<i>Boana punctata</i>	perereca-verde			23	6			6				6		4	Ab	N
<i>Boana raniceps</i>	perereca-amarela	3	24	11			14	9			15	8		15	Ab	N
<i>Dendropsophus elianeae</i>	pererequinha-do-brejo			3			9	4				6		5	Ab	N
<i>Dendropsophus jimi</i>	pererequinha-do-brejo	13	34	30			25	32			14	10		9	Ab	N
<i>Dendropsophus minutus</i>	pererequinha-do-brejo			10	2	4	1	5	5	4	9	8		5	Ab	N
<i>Dendropsophus nanus</i>	pererequinha-do-brejo	2	57	71	11		28	41		6	33	27		28	Ab	N
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	pererequinha-do-brejo		18	30			5	38			9	24		19	Ab	N
<i>Scinax fuscovarius</i>	perereca-do-banheiro			4			7	9		1					Ab	N
<i>Scinax cf. x-signatus</i>	raspa-cuia										7			9	Ab	N
<i>Trachycephalus typhonius</i>	perereca-grudenta	2					1				12			2	Ab	N
<b>Família Leptodactylidae</b>																
<i>Adenomera cf. diptyx</i>	rãzinha-do-folhiço		14	14			33	11	1		14	9		1	Te	D/N
<i>Leptodactylus fuscus</i>	rã-assobiadeira		39	8			45	5			9	5		4	Te	N
<i>Leptodactylus chaquensis</i>	rã-manteiga		2	2	2	1			3	1	1	3		4	Te	N
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	rã-pimenta						1				1				Te	N
<i>Leptodactylus latrans</i>	rã						1							1	Te	N



Espécie	Nome popular	Campanhas												Estrato	Ativ	Status	
		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
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	rãzinha-assobiadora		11	4			7	3			3	2			Te	N	
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	rãzinha-pingo-de-chuva		8	2			9				8	2		10	Cr	N	
<i>Physalaemus centralis</i>	rãzinha		5				12	1			2			3	Te	N	End
<i>Physalaemus cuvieri</i>	rã-cachorro		8	8	5		12	11	2		8	6		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	Te	N	End
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	rãzinha-do-brejo		19			1		29		1	7	7		7	Cr	D/N	
<b>Família Microhylidae</b>																	
<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	sapo-grilo		3	4			8				1			1	Fo	N	End
<i>Elachistocleis cesarii</i>	sapo-guarda-de-barriga-cinza		2				7	3			4	1		3	Fo	N	
<b>ORDEM CROCODYLIA "jacarés"</b>																	
<b>Família Alligatoridae</b>																	
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	jacaré-paguá		1		1				1	1	1				Aq/Te	D/N	C2
<b>ORDEM SQUAMATA "lagartos e serpentes"</b>																	
<b>Família Anguillidae</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>																	
<i>Colobosaura modesta</i>	lagartinho-do-folhiço				1										Te	D	FL
<b>Mabuyidae</b>																	
<i>Aspronema dorsivittatum</i>	lagarto-liso				1										Te	D	
<i>Notomabuya frenata</i>	lagarto-liso					1	1				1				Sc	D	
<b>Teiidae</b>																	

Espécie	Nome popular	Campanhas												Estrato	Ativ	Status
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19			
<i>Ameiva ameiva</i>	lagarto-verde	1	5	3		2	1		1	3	1			Te	D	
<i>Salvator merianae</i>	teiú		4	1		2	3		1	3		1	5	Te	D	C2, FL
<b>Anomalepididae</b>																
<i>Liotyphlops ternetzii</i>	cobra-cega											1		Fo	N	
<b>Colubridae</b>																
<i>Chironius flavolineatus</i>	cobra-cipó	1												Ab/Te	D	End
<b>Dipsadidae</b>																
<i>Atractus albuquerquei</i>	cobra-da-terra											1	1	Fo	N	End
<i>Erythrolamprus aesculapi</i>	coral-falsa											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>Xenodon merremii</i>	capitão-do-campo		2	1										Te	D	
<b>Typhlopidae</b>																
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	cobra-cega		1			1							1	Fo	N	
<b>Viperidae</b>																
<i>Bothrops moojeni</i>	jararaca		5		1	3				1	1		3	Te	N	End, FL

## ANEXO II

Lista das espécies de aves registradas no monitoramento da avifauna na área de influência da PCH Verde 4, Água Clara, MS, fevereiro de 2020. **AT** – abundância total, **AR** – abundância relativa, **IPA** – índice pontual de abundância. **SD**: sensibilidade a distúrbios: A – alta, M – média, B – baixa. E – espécie endêmica. **D**: Dieta: O - Onívora, D - Detritívora, I - Insetívora, G - Granívora, P - Piscívora, C - Carnívora, N - Nectarívora, F – Frugívora. **C**: CITES: II – Apêndice dois. **TR** – Tipo de Registro: O – Observação, V – Vocalização.

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<b>Struthioniformes</b>																			
<b>Rheidae</b>																			
<i>Rhea americana</i>	ema	8	0	0	2	0	6	4	8	3	5	6	0	0	B	O	Ca, Ce, Pa	II	O
<b>Tinamiformes</b>																			
<b>Tinamidae</b>																			
<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	20	14	3	5	8	3	0	4	13	15	12	10	5	B	O	Ci, F, Ga		O, V
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0	2	0	3	B	O	Ce		V
<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	4	2	1	0	9	0	0	1	1	3	3	4	3	B	O	Ca, Pa		O, V
<i>Nothura maculosa</i>	codorna-amarela	0	1	3	0	0	0	2	2	0	2	3	1	7	B	O	Ca, Pa		O, V
<b>Anseriformes</b>																			
<b>Anhimidae</b>																			
<i>Anhima cornuta</i>	anhuma	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	M	G	Ci, Br		O
<b>Anatidae</b>																			
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	O	Ci, Aq, AA		O
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	1	6	0	9	6	1	2	3	3	7	2	6	2	M	O	Ci, Aq, AA		O
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	pé-vermelho	3	3	2	3	4	4	3	0	1	5	4	4	6	B	O	Ci, Aq, AA		O, V
<b>Galliformes</b>																			
<b>Cracidae</b>																			
<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho	4	3	3	0	8	3	6	3	8	4	6	5	4	M	O	F, Ga		O, V
<b>Ciconiiformes</b>																			
<b>Ciconiidae</b>																			
<i>Jabiru mycteria</i>	tuiuiú	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	M	P	Ci, Br	I	O
<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	B	P	Ci, Br		O
<b>Suliformes</b>																			

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<b>Phalacrocoracidae</b>																			
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	biguá	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	B	P	Aq		O
<b>Anhingidae</b>																			
<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	M	P	Aq		O
<b>Pelecaniformes</b>																			
<b>Ardeidae</b>																			
<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	M	O	Br		O
<i>Butorides striata</i>	socozinho	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	O	Br		O
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	4	10	0	9	5	0	4	11	0	8	4	21	4	B	I	Pa, Ca		O
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	P, I	Aq, Br		O
<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	2	0	B	P, I	Aq, Br		O
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	6	2	4	4	12	7	5	4	2	3	2	4	6	M	O	Br, Ca		O, V
<i>Pilherodius pileatus</i>	garça-real	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	M	O	Ci, Aq, Br		O
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	4	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	B	O	Aq, Br		O
<b>Threskiornithidae</b>																			
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró	0	3	2	1	1	0	2	1	5	2	3	0	2	M	O	Ci, Aq, Br		O, V
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	11	8	0	16	15	8	3	11	10	8	11	18	13	B	O	Ca, Pa, F, AA		O, V
<b>Cathartiformes</b>																			
<b>Cathartidae</b>																			
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	2	1	0	8	1	1	0	0	2	1	0	3	0	B	D	Pa, Ga, F		O
<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	0	1	0	3	0	0	1	1	1	0	0	0	2	M	D	F, Br		O
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	11	7	3	15	8	9	13	15	13	9	11	21	14	B	D	F, Pa, Ci, AA		O
<i>Sarcoramphus papa</i>	urubu-rei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	M	D	F, Ga		O
<b>Accipitriformes</b>																			
<b>Accipitridae</b>																			
<i>Leptodon cayanensis</i>	gavião-de-cabeça-cinza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	M	C, I	F, Ci, AA	II	O
<i>Ictinia plumbea</i>	sovi	2	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	M	C, I	F, Ga	II	O
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	B	M	Br	II	O

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	0	0	0	1	1	2	4	3	0	0	0	3	2	B	C	Ca, AA	II	O
<i>Urubitinga coronata</i>	águia-cinzenta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	M	C	Ca, Ce	II	O
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	3	3	5	6	12	5	5	7	8	4	10	15	11	B	C, I	F, Ci, Ga, AA	II	O, V
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-rabo-branco	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	C	F, Ca	II	O
<b>Gruiformes</b>																			
<b>Aramidae</b>																			
<i>Aramus guarauna</i>	carão	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	Br		V
<b>Rallidae</b>																			
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	1	0	1	1	1	0	1	2	5	4	4	0	0	A	O	F, Br, Ga		O, V
<i>Porzana albicollis</i>	sanã-carijó	0	1	0	0	0	2	0	1	2	0	2	2	5	M	O	Ca, Br		V
<i>Gallinula galeata</i>	frango-d'água-comum	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	B	O	Aq, Ci, Br		O
<b>Charadriiformes</b>																			
<b>Charadriidae</b>																			
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	17	11	13	17	23	15	20	21	22	31	21	29	32	B	O	Ca, Br, AA		O, V
<b>Recurvirostridae</b>																			
<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo-de-costas-brancas	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	M	O	Br, Aq		O, V
<b>Scolopacidae</b>																			
<i>Tringa solitaria</i>	maçarico-solitário	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	B	O	Aq, Ci		O
<b>Jacanidae</b>																			
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	3	4	1	3	5	3	2	1	0	0	2	1	2	B	O	Br		O, V
<b>Columbiformes</b>																			
<b>Columbidae</b>																			
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	13	4	19	19	14	13	19	23	17	21	21	34	28	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Columbina squammata</i>	fogo-apagou	4	19	7	8	25	8	12	9	0	11	10	18	10	B	G	Ca, AA		O, V
<i>Columbina picui</i>	rolinha-picui	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	13	B	G	Ca		O
<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	22	18	13	17	6	13	12	21	20	16	17	20	22	M	O	Ga, Ca, Pa, AA		O, V
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	8	7	3	6	2	3	1	5	5	4	5	6	8	M	O	F, Ga, Ci, AA		O, V
<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	14	20	17	19	7	12	21	29	19	24	24	35	20	B	G	Ca, Pa, AA		O, V



Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	5	16	2	11	10	15	15	12	20	16	12	22	19	B	G	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-gemeadeira	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	B	G	F, Ci, Ga, AA		V
<b>Cuculiformes</b>																			
<b>Cuculidae</b>																			
<i>Playa cayana</i>	alma-de-gato	1	1	3	3	1	0	0	3	4	2	0	3	4	B	O	F, Ga		O, V
<i>Coccyzus americanus</i>	papa-lagarta-de-asa-vermelha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	I	F, Ga, Ci		O
<i>Crotophaga major</i>	anu-coróca	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	O	F, Ga, Ci		O, V
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	10	30	13	28	15	22	12	18	29	22	14	26	19	B	O	Ca, Br, AA		O, V
<i>Guira guira</i>	anu-branco	27	33	8	12	17	21	11	6	18	12	9	16	12	B	O	Ca, Br, AA		O, V
<i>Tapera naevia</i>	saci	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	B	O	Ca, Br, F		O, V
<i>Dromococcyx pavoninus</i>	peixe-frito-pavonino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	A	I	F		V
<b>Strigiformes</b>																			
<b>Tytonidae</b>																			
<i>Tyto furcata</i>	suindara	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	C	Ca, Ce, Pa, AA	II	O
<b>Strigidae</b>																			
<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	B	C, I	F, Ci, Ga, AA	II	V
<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburé	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	B	C, I	F, Ca, AA	II	O
<i>Athene cucularia</i>	coruja-buraqueira	3	8	6	6	8	5	6	6	5	2	9	9	8	M	O	Ca, Ce, AA	II	O, V
<b>Nyctibiiformes</b>																			
<b>Nyctibiidae</b>																			
<i>Nyctibius griseus</i>	mãe-da-lua	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	B	I	F, Ci, Ga, AA		V
<b>Caprimulgiformes</b>																			
<b>Caprimulgidae</b>																			
<i>Antrostomus rufus</i>	joão-corta-pau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	B	I	F, Ga, Br		V
<i>Hydropsalis albicollis</i>	bacurau	1	6	0	4	1	0	0	4	2	0	1	4	4	B	I	F, Ce, Ca, AA		O, V
<i>Chordeiles nacunda</i>	coruçã	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	B	I	Ca, Ce		O
<b>Apodiformes</b>																			
<b>Trochilidae</b>																			

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado	1	1	3	4	3	3	2	3	2	3	2	2	3	B	N	F, Ce, AA	II	O, V
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	2	2	1	0	3	3	1	1	3	0	1	0	1	B	N	Ce, AA	II	O, V
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-velho	1	1	1	2	2	0	2	2	4	2	2	2	1	B	N	F, Ce, Ci, AA	II	O, V
<i>Thalurania furcata</i>	beija-flor-tesoura-verde	4	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	M	N	F	II	O, V
<i>Hylocharis chrysur</i>	beija-flor-dourado	18	14	5	4	2	2	2	2	8	4	1	4	2	M	N	Ce, Ga, AA	II	O, V
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	beija-flor-de-veste-preta	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	B	N	F, Ci, Ga	II	O
<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	M	I, F	F		O, V
<b>Coraciiformes</b>																			
<b>Alcedinidae</b>																			
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	2	1	0	3	3	1	2	2	1	1	3	2	0	B	P	Aq, Ci, Br		O, V
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	1	2	0	2	3	0	0	1	0	0	0	1	2	B	P	Aq, Br		O, V
<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0	B	P	Aq, Br		O, V
<i>Chloroceryle inda</i>	martim-pescador-da-mata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	M	P	Aq, Ci, Br		O, V
<b>Momotidae</b>																			
<i>Momotus momota</i>	udu-de-coroa-azul	1	7	2	2	0	2	4	0	1	0	2	0	2	M	I, F	F, Ga		O, V
<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	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<b>Bucconidae</b>																			
<i>Nystalus chacuru</i>	joão-bobo	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	M	I	Ce, F, Ga, AA		O, V
<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	M	I	F, Ga, AA		O, V
<b>Piciformes</b>																			
<b>Ramphastidae</b>																			
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	9	6	11	7	9	8	7	8	13	5	11	12	16	M	O	Ce, Ca, Ci, Ga	II	O, V
<i>Pteroglossus castanotis</i>	araçari-castanho	0	0	7	0	1	0	0	0	1	0	4	0	2	A	F	F, Ci	II	V
<b>Picidae</b>																			

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Picumnus albosquamatus</i>	pica-pau-anão-escamado	2	2	3	3	11	2	4	5	4	3	4	3	2	B	I	F, Ga, AA		V
<i>Melanerpes candidus</i>	birro	0	1	4	1	0	0	2	3	10	3	7	2	0	B	I	F, Ga, Ca, AA		O, V
<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	B	I	F, Ci, Ga		O
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	2	0	1	B	I	F, Ga, AA		O, V
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	5	6	10	7	11	0	11	7	11	11	12	11	10	B	I	Ce, Ca, Pa, AA		O, V
<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-de-banda-branca	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	3	2	0	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	M	I	F, Ci, Ga, AA		O
<b>Cariamiformes</b>																			
<b>Cariamidae</b>																			
<i>Cariama cristata</i>	seriema	12	6	16	16	15	8	13	21	18	21	25	34	31	M	O	Ca, F, AA		O, V
<b>Falconiformes</b>																			
<b>Falconidae</b>																			
<i>Caracara plancus</i>	carcará	5	4	8	9	9	6	5	9	8	9	12	15	10	B	O	Ca, F, Pa, AA	II	O, V
<i>Milvago chimachima</i>	pinhé	5	4	1	4	3	4	4	2	4	2	5	3	4	B	O	Ca, Pa, AA	II	O, V
<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	0	0	1	2	0	0	1	4	3	1	0	0	0	B	C, I	Ca, Ga	II	O
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	B	C, I	Ci, Ga, F, AA	II	V
<i>Falco ruficularis</i>	cauré	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	C, I	F, Ga, AA	II	O
<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira	3	2	2	1	2	0	0	1	2	0	0	2	1	B	C, I	Ca	II	O
<b>Psittaciformes</b>																			
<b>Psittacidae</b>																			
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	11	7	4	11	8	8	12	8	16	11	21	16	14	M	F	F, Ga, Br	II	O, V
<i>Ara chloropterus</i>	arara-vermelha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	M	F	F, Ga, Br	II	O, V
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	M	F	Ga, Br	II	O, V
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	12	4	6	0	4	4	0	0	3	0	15	14	6	M	F	Ga, Br	II	O, V
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão-maracanã	4	4	7	0	0	0	2	3	4	9	0	8	11	B	F	F, Ga, Ci, AA	II	O, V
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	3	6	23	33	30	10	22	22	20	29	23	45	38	M	F	Ce, Ga, F	II	O, V
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	13	9	11	19	22	7	5	16	24	17	14	24	10	M	F	F, Ga, AA	II	O, V
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	14	24	4	0	0	2	4	2	2	10	8	14	10	M, E	F	Ce, Ga	II	O, V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	18	4	9	13	15	6	10	13	10	12	14	21	16	M	F	Ce, Ga	II	O, V
<b>Passeriformes</b>																			
<b>Thamnophilidae</b>																			
<i>Formicivora rufa</i>	papa-formiga-vermelho	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	B	I	Ce, Ci		O, V
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	chorozinho-de-bico-comprido	4	9	11	7	17	4	12	10	9	4	11	11	23	M, E	I	Ga, Ce		O, V
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	21	15	13	3	9	5	7	9	13	8	6	8	8	B	I	Ce, Ci, AA		O, V
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	1	3	A	I	F		O, V
<i>Taraba major</i>	choró-boi	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	B	I	F, Ci, Ga, AA		V
<b>Dendrocolaptidae</b>																			
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	0	4	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	M	I	F		O, V
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	2	0	3	1	0	2	2	2	1	3	0	0	2	M	I	F, Ce		O, V
<b>Furnariidae</b>																			
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	4	11	9	11	9	13	7	6	10	10	13	8	15	B	I	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Phacellodomus ruber</i>	graveteiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	B	I	F, Pa, Ca		O
<i>Synallaxis albescens</i>	uí-pi	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	B	I	Ca, Pa, Ce		V
<b>Pipridae</b>																			
<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho	0	9	1	0	3	2	1	1	9	2	0	1	3	M, E	F	Ce, Ga, Br		O, V
<b>Tityridae</b>																			
<i>Tityra inquisitor</i>	anambé-branco-de-bochecha-parda	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	2	1	0	M	I, F	F		O, V
<i>Tityra cayana</i>	anambé-branco-de-rabo-preto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	M	I, F	F		O, V
<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	M	I, F	F		O, V
<b>Rhynchocyclidae</b>																			
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	M	I	F		V
<i>Tolmomyias sulphureus</i>	bico-chato-de-orelha-preta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	M	I	F, Ci, Ga		V
<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	0	1	2	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	B	I	F, Ga, AA		O, V
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro	1	0	4	0	0	4	3	0	2	0	0	1	0	M	I	F, Ga		O, V
<b>Tyrannidae</b>																			
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	5	6	3	2	0	2	2	1	3	1	3	2	2	B	I	F, Ci, Ga, AA		V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	10	18	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	B	I, F	F, Ce, Ci, AA		O, V
<i>Elaenia spectabilis</i>	guaracava-grande	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	B	I, F	F, Ce, Ci, AA		O, V
<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-crista-alaranjada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	M	I	F, Ci, Ga		V
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	piolhinho	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	M	I, F	F, Ga, AA		O, V
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	1	2	4	4	3	4	2	3	3	2	2	2	4	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	0	3	2	2	4	4	3	3	5	3	1	6	4	B	I	F, Ce, Ga		O, V
<i>Casiornis rufus</i>	maria-ferrugem	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	25	37	11	14	22	20	21	21	19	16	20	25	29	B	O	F, Ga, Ce, AA		O, V
<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo	1	0	3	0	4	1	0	0	0	0	2	0	0	B	I	Ci, Br		O, V
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro	6	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4	0	B	I	Pa, Ca, AA		O
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	0	0	9	1	1	5	4	5	2	4	6	1	1	B	O	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	3	2	8	7	11	5	12	9	9	6	6	6	8	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	3	1	4	1	6	4	0	2	1	5	6	5	2	B	O	F, Ce, AA		O, V
<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	B	I	F, Ci, Ga		O, V
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	2	3	0	9	0	6	2	0	0	7	4	5	16	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	6	2	2	0	4	1	0	0	0	9	0	0	0	B	I	Ce, Ca, Pa, AA		O, V
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peitica-de-chapéu-preto	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	B	O	F, Ga		O
<i>Empidonomus varius</i>	peitica	0	0	1	0	1	3	2	2	3	2	4	1	1	B	I	F, Ga, AA		O, V
<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	B	I	F, Ci		O, V
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	B	I	Pa, Ca, Ga, AA		O
<i>Gubernetes yetapa</i>	tesoura-do-brejo	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	I	Ca, Br, AA		O, V
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	guaracavuçu	0	1	0	1	0	1	1	0	2	1	2	1	1	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Xolmis cinereus</i>	primavera	1	1	0	0	3	1	0	0	2	3	2	15	0	B	I	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca	5	0	4	6	7	5	2	5	6	5	5	11	18	M	I	Ce, Pa, Ca		O
<b>Vireonidae</b>																			
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	8	9	5	3	8	4	4	2	5	7	3	6	5	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Vireo chivi</i>	juruviara	0	8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	B	I	F, Ci, Ga		O, V
<b>Corvidae</b>																			

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo	0	0	4	2	4	0	5	3	8	10	8	2	0	M, E	O	Ce		O, V
<i>Cyanocorax chrysops</i>	gralha-picaça	0	0	0	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	B	O	F, Ci, Ga		O, V
<b>Hirundinidae</b>																			
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	B	I	Pa, Ca		O
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	0	9	6	3	22	6	0	11	8	18	12	9	14	B	I	Aq, Ca, Pa		O, V
<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	5	0	8	8	16	10	4	19	15	10	0	0	0	B	I	Aq, Ce, Ca		O, V
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0	0	B	I	Aq, Ca		O
<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio	0	6	0	0	2	0	0	2	0	2	2	0	2	B	I	Aq		O
<b>Troglodytidae</b>																			
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	2	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	B	O	F, Ce, Ca, AA		O, V
<b>Donacobiidae</b>																			
<i>Donacobius atricapilla</i>	japacanim	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	M	O	Ci, Br		O, V
<b>Poliopitidae</b>																			
<i>Poliopitila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	M	I	F, Ce, Ga		O, V
<b>Turdidae</b>																			
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	30	34	3	0	5	6	5	4	3	11	5	3	11	B	O	F, Ga, AA		O, V
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	18	9	6	6	10	7	7	3	3	16	10	6	10	B	O	F, AA		O, V
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	B	I, F	F, Ga, AA		O, V
<b>Mimidae</b>																			
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	3	12	10	8	15	5	7	7	9	17	9	8	10	B	O	F, Ce, Ca, AA		O, V
<b>Motacillidae</b>																			
<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	0	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	B	I	Ca, Pa, AA		V
<b>Passerellidae</b>																			
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	5	8	5	18	28	9	12	7	9	17	9	0	18	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<b>Parulidae</b>																			
<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	M	I	F, Ci, Ga		O, V
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	19	15	0	6	0	3	11	7	12	2	0	1	9	B	I	F, Ga		O, V
<i>Myiothlypis flaveola</i>	canário-do-mato	0	0	3	0	10	2	2	0	1	0	0	0	0	M	I	F, Ga		O, V



Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	set-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	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Myiothlypis leucophrys</i>	pula-pula-de-sobrancelha	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	M, E	I	Ga, Ci		O, V
<b>Icteridae</b>																			
<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe	0	0	0	0	4	4	6	1	0	6	7	1	0	B	O	F, Ci, AA		O, V
<i>Gnorimopsar chopi</i>	passaro-preto	6	14	0	9	4	8	0	4	19	18	12	17	8	B	O	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Chrysomus ruficapillus</i>	garibaldi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	O	Pa, Ci		O, V
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	chopim-do-brejo	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	5	13	0	B	O	Ca, Ci, Br		O, V
<i>Sturnella superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	B	G	Ca, Pa, Ci, AA		O, V
<b>Thraupidae</b>																			
<i>Saltatricula atricollis</i>	bico-de-pimenta	0	0	0	0	4	0	1	0	2	3	0	1	4	M, E	G	F, Ce		O, V
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	0	2	1	0	2	1	1	2	4	6	2	0	2	B	G	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Lanio cucullatus</i>	tico-tico-rei	6	1	3	3	2	3	14	7	7	6	5	12	6	B	G	F, Ce, AA		O, V
<i>Lanio penicillatus</i>	pipira-da-taoca	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	M	O	F, Ga, Ci		O, V
<i>Tangara sayaca</i>	sanhaçu-cinzentos	19	16	8	6	7	13	12	9	10	9	15	11	10	B	F	F, Ga, AA		O, V
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaçu-do-coqueiro	0	0	5	0	2	7	3	3	0	2	8	1	14	B	F	F, Ga, AA		O, V
<i>Tangara cayana</i>	saíra-amarela	1	0	1	3	3	1	2	2	8	1	0	1	1	M	I, F	F, Ga, Ce, Ca		O, V
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha	10	3	3	5	3	8	6	4	9	6	0	0	2	B	F	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	6	4	3	7	3	3	1	2	6	1	0	2	4	B	F	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	B	F	F, Ci, Ga		O
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	5	33	18	8	14	10	20	4	18	26	13	14	29	B	G	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	B	F	F, Ga		O
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	0	3	9	0	1	9	4	8	0	6	13	0	13	B	G	Pa, Ca, Ce, AA		O, V
<i>Sporophila lineola</i>	bigodinho	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	B	G	Ca, Ci, Pa, AA		O, V
<i>Sporophila caerulea</i>	coleirinho	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Sporophila collaris</i>	coleiro-do-brejo	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	B	G	Ci, Ca, Pa, Br		O
<i>Sporophila hypoxantha</i>	caboclinho-de-barriga-vermelha	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	B	G	Ca, Ci, Pa, AA		O, V
<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	B	G	Ca, Pa, Br		O
<b>Fringillidae</b>																			
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	5	8	6	6	6	7	7	3	8	6	6	10	8	B	F	F, Ci, Ga, AA		O, V

### 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=semi-aquático; Sc = escansorial; Sf=semi-fossorial. **Dieta:** Fr=frugívoro; Hb=herbívoro pastador; In=insetívoro; Myr=mirmecófago; On=onívoro; Ca=carnívoro; Gr=granívoro; Ps=piscívoro; Se=predador de sementes. Tipo de Registro: A=avistamento; C=captura; CT=camera trap; V=vestígio. Status da espécie: NT=quase ameaçado; VU=vulnerável. **Campanhas:** 1ª=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 e 13ª=fevereiro/20.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas												Dieta	Hábito	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	
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>																		
<b>Didelphidae</b>																		
<i>Chironectes minimus</i>	cuíca-d'água	1														Ps	SA	
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá		5	2	2		2	9	6	1	4	5	3	4		Fr/On	Sc	
<i>Gracilinanus agilis</i>	cuíca												1					
<i>Marmosa murina</i>	cuíca	3	6	3	3	5	1	1	1			1	3	2		In/On	Sc	
<i>Marmosa cf. paraguayana</i>	cuíca										2					In/On	Sc	
<b>LAGOMORPHA</b>																		
<b>Leporidae</b>																		
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti													1		Hb	Te	
<b>PILOSA</b>																		
<b>Myrmecophagidae</b>																		
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	1	1		1	1	2		6	8	2	1	3	1		Myr	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim							1	1		1	1				Myr	Sc	
<b>CINGULATA</b>																		

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas												Dieta	Hábito	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
<b>Chlamyphoridae</b>																	
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	1	2	1			2	2	1		2			1	In/On	SF	
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra					1	1	1					1	1	Myr	SF	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Dasypodidae</b>																	
<i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-do-rabo-mole	1	2												Myr	SF	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	2					2	1	2	1	4			1	In/On	SF	
<b>PERISSODACTYLA</b>																	
<b>Tapiridae</b>																	
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	4	4	1	3	3	5	7	6	5	7	5	6	7	Hb/Fr	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>CETARTIODACTYLA</b>																	
<b>Cervidae</b>																	
<i>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal		2	1	1	1	1	1	1	1		1	1		Hb	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro													2	Fr/Hb	Te	
<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro	3	1					1		1		1	1		Fr/Hb	Te	
<i>Mazama sp.</i>	veado		1	2						1	3	2			Fr/Hb	Te	
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro		2										1		Hb	Te	NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>
<b>Tayassuidae</b>																	
<i>Pecari tajacu</i>	cateto	1	1	2		1				9	3	9	3	5	Fr/Hb	Te	
<i>Tayassu pecari</i>	queixada												1		Fr/Hb	Te	VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas														Dieta	Hábito	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				
<b>PRIMATES</b>																		
<b>Atelidae</b>																		
<i>Alouatta caraya</i>	bugio													1	Fo/Fr	Ar	NT <sup>2</sup>	
<b>Cebidae</b>																		
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego				5			5	1			4	1	Fr/On	Ar	VU <sup>2</sup>		
<b>CARNIVORA</b>																		
<b>Canidae</b>																		
<i>Cerdocyon thous</i>	lobinho	2	3	6	2	2	6	3	9	5	4	3	3	6	In/On	Te		
<i>Chrysocion brachyurus</i>	lobo-guará							1	1	1				1	Ca/On	Te	NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>	
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha		1						1		1				In/On	Te	VU <sup>2</sup>	
<b>Felidae</b>																		
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco											2			Ca	Te	VU <sup>2</sup>	
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaririca	1	2							2		1	1	1	Ca	Te		
<i>Puma concolor</i>	onça-parda												1		Ca	Te	VU <sup>2</sup>	
<b>Mephitidae</b>																		
<i>Conepatus semistriatus</i>	jaritataca												1		In/On	Te		
<b>Mustelidae</b>																		
<i>Eira barbara</i>	irara	1		1					1		1	1			Fr/On	Te		
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	2											1		Ps	SA	NT <sup>1</sup> NT <sup>2</sup>	

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas												Dieta	Hábito	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			
<b>Procyonidae</b>																
<i>Nasua nasua</i>	quati	1	13			1				3	3	1	16		Fr/On	Sc
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	4	2	1		1	1	1	2	3	1		2	1	Fr/On	Sc
<b>RODENTIA</b>																
<b>Caviidae</b>																
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	4	2	1	1	1	3	2	3	4	3	1	3	5	Hb	SA
<b>Cricetidae</b>																
<i>Cerradomys cf. scotti</i>	rato-do-mato					1			1						Fr/Gr	Te
<i>Cerradomys sp.</i>	rato-do-mato											1	3		Fr/Gr	
<i>Calomys cf. tener</i>	rato-do-chão					1	4			2			1		Hb/On	Te
<i>Calomys callosus</i>	rato-do-chão	1													Fr/Gr	Te
<i>Calomys sp.</i>	rato-do-chão								1	1					Fr/Gr	Te
<i>Nectomys squamipes</i>	rato-d'água											1			On	AS
<i>Oecomys bicolor</i>	rato-da-árvore	2	1		1	1	1	2					4		Fr/Se	Ar
<i>Oecomys sp.</i>	rato-da-árvore													3	Fr/Se	Ar
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	rato-do-mato							1							Fr/Gr	Sc
<i>Oligoryzomys sp.</i>	rato-do-mato							1			1			1	Fr/Gr	Sc
<i>Rhipidomys sp.</i>	rato-da-árvore												1		Fr/Gr	Ar
<b>Cuniculidae</b>																




ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas												Dieta	Hábito	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
<i>Cuniculus paca</i>	paca	1	2	1	2	3	3	2	1	5	6		1	3	Fr/Hb	Te	
<b>Dasyproctidae</b>																	
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia						1	1			4		4	1	Fr/Gr	Te	
<b>Erethizontidae</b>																	
<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço											1			Fr/Gr	Sc	

IUCN<sup>1</sup>; ICMBio<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: 19/4/16		Data:	
Assinatura do Profissional  <b>José Milton Longo</b> CRBio 23264/01-D		Assinatura e Carimbo do Contratante  FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA <b>José Carlos Chaves dos Santos</b>	
			
<b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b> Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		<b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>	
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			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>
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: _____		Data: 14/4/16	
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: 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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			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: analuiza@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>  CRBio-01
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 14/04/16 Assinatura do Profissional 		Data: 14/4/16 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: 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: AGUA CLARA			26.UF: MS	
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR		
29.Área do Conhecimento: Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente		
31.Descrição sumária : 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 		
<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**

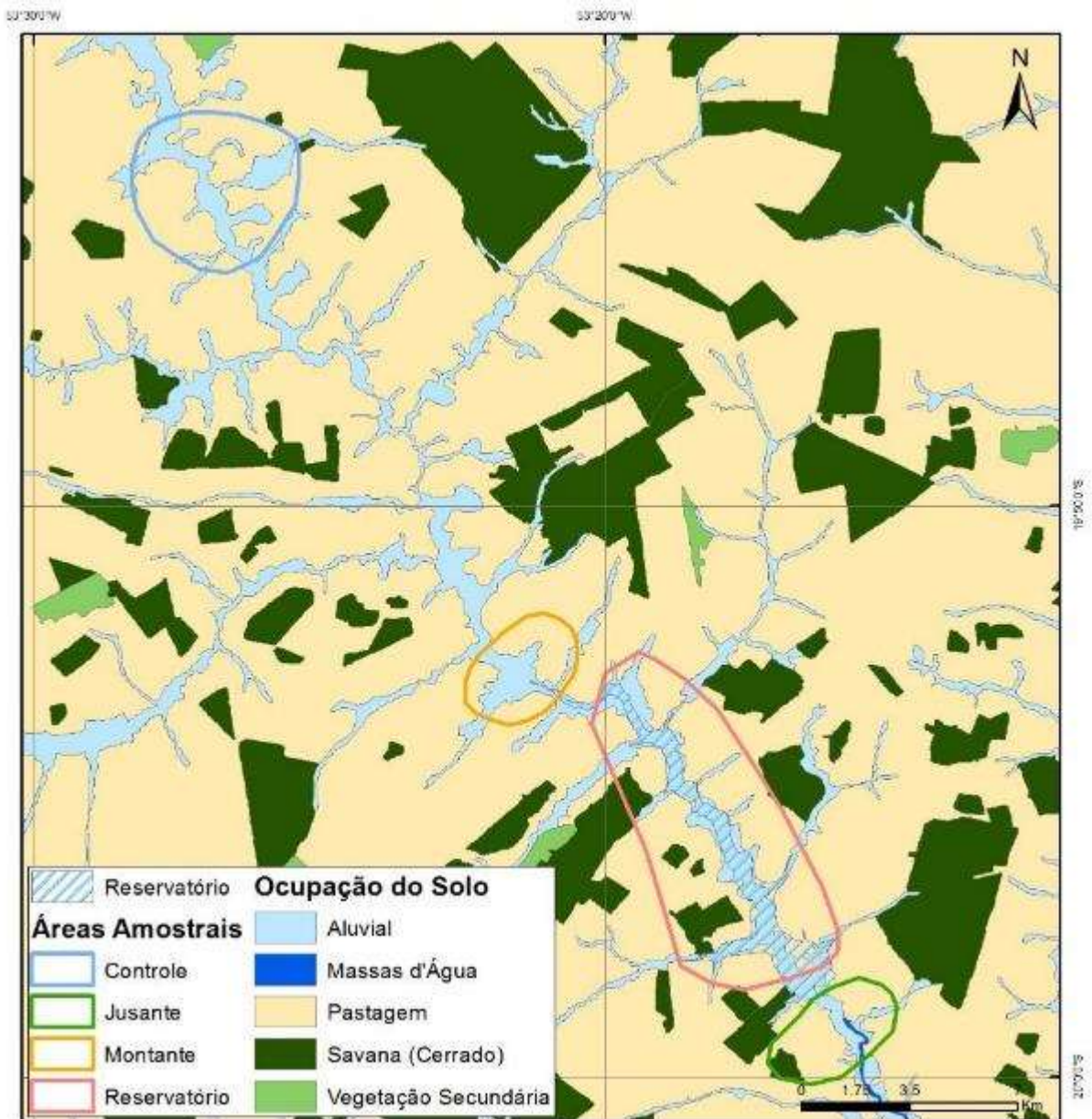
OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br).



## ANEXO V

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DA FAUNA, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS																												
ATIVIDADES	2016				2017								2018								2019				2020			
	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Mar	Mai	Jun	Ago	Set	Nov	Dez	Fev	Mar	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Mar	Ago	Set	Fev	Mar	Ago
<b>FAUNA TERRESTRE</b>																												
Campanhas Realizadas	X		X		X		X		X		X		X		X			X		X		X		X		X		
Emissão de Relatório		X		X		X		X		X		X		X		X			X		X		X		X		X	
Campanhas previstas																											X	
<b>ICTIOFAUNA</b>																												
Campanhas Realizadas	X		X		X		X		X		X		X		X			X		X		X		X		X		
Emissão de Relatório		X		X		X		X		X		X		X		X			X		X		X		X		X	
Campanhas previstas																											X	
<b>MACRÓFITAS</b>																												
Campanhas Realizadas	X		X		X		X		X		X		X		X			X		X		X		X		X		
Emissão de Relatório		X		X		X		X		X		X		X		X			X		X		X		X		X	
Campanhas previstas																											X	

## ANEXO VI



## ANEXO VII

	GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR - SEMAGRO INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - IMASUL <b>AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA MANEJO DE FAUNA <i>IN SITU</i></b>	
<b>RAA Nº: 012/2016</b>	<b>VALIDADE: 31/12/2020</b>	<b>PROCESSO Nº: 71/403934/2018</b>
<b>ATIVIDADE</b>		
MONITORAMENTO DE FAUNA <i>IN SITU</i>		
<b>DADOS DO REQUERENTE, CONSULTORIA E DO PROJETO</b>		
Requerente: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A CNPJ: 11.151.033/0001-59		
Consultoria: Fibracón – Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S LTDA CPF/CNPJ: 08.374.309/0001-53		
Projeto: Monitoramento de Fauna Terrestre e Ictiofauna na Área de Influência da PCH Verde 4, município de Água Clara/MS. Município: Água Clara/MS Bacia Hidrográfica: Bacia do Paraná – Sub Bacia do Rio Verde		
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.		
<b>DADOS DO TITULAR DA PESQUISA</b>		
José Milton Longo	Biólogo	CRBio: 23264/01
<b>DADOS DA EQUIPE</b>		
José Carlos Chaves dos Santos	Biólogo	CRBio: 18769/01
Ana Luiza Cesquin Campos	Bióloga	CRBio: 43731/01
Thiago Matheus Breda	Biólogo	CRBio: 68722/01
Fábio Ricardo da Rosa	Biólogo	CRBio: 40701/01
<b>DADOS DA AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL</b>		
Período das Campanhas: Serão realizadas campanhas trimestrais, com 3 dias de duração, nos meses e anos: 2018 - novembro 2019 - fevereiro, maio, agosto e novembro. 2020 - fevereiro, maio, agosto e novembro.		
Coordenadas Geográficas dos pontos de coleta para fauna terrestre e ictiofauna:		
Área	Coordenadas em UTM, 22K	
Controle	243303.00 m E, 7814962.00 m S	
Montante	252955.00 m E, 7799608.00 m S	
Reservatório	256548.00 m E, 7799196.00 m S	
Jusante	262489.00 m E, 7789323.00 m S	
<b>Petrechos e Procedimentos metodológicos que serão utilizados:</b>		
- <b>Herpetofauna:</b> 1) <b>Procura visual ou busca ativa:</b> Será realizado durante 6 horas diárias por área amostral, sendo duas horas no período matutino, duas horas no período vespertino e 2 horas no período noturno, sendo um dia em cada área amostral 2) <b>Registro de vocalizações:</b> para os anuros que serão visitados no período noturno em sítios de reprodução (brejos e alagados, açudes, riachos e mata ciliar) em 2 a 3 pontos cada área amostral, 3) <b>Armadilhas de interceptação e queda ou pitfalls traps:</b> em cada área amostral serão instaladas armadilhas dispostas em forma de "Y", com quatro baldes de 60 litros, conectados por uma cerca de aproximadamente 75 cm de altura e 10 metros de comprimento. A distância entre cada "Y" variará de 50 a 80 metros. As armadilhas serão visitadas pelo menos uma vez ao dia. - <b>Avifauna:</b> 1) <b>Contagem por pontos:</b> os registros serão obtidos por meio de pontos de escuta de 10 minutos. Para cada ponto amostral serão alocados 10 pontos de escuta com no mínimo 100 metros de raio distantes entre si. As observações ocorrerão nas primeiras quatro horas da manhã, nas últimas quatro horas antes do sol se pôr e nas duas primeiras horas da noite; 2) <b>Busca ativa ou amostragens não sistemáticas:</b> serão percorridas trilhas e estradas existentes nas áreas amostradas em horários e fisionomias variáveis. - <b>Mastofauna (mamíferos não voadores):</b> 1) <b>Procura visual:</b> para mamíferos de porte médio e grande será realizadas caminhadas ao longo de transectos ao amanhecer e ao anoitecer, sempre no mesmo sentido e em dias alternados, para identificação por vestígios, vocalizações e visualizações. 2) <b>Armadilhas fotográficas:</b> serão instaladas armadilhas fotográficas ( <i>câmera trap</i> ) nas áreas amostrais por três noites consecutivas. 3) <b>Armadilhas para pequenos mamíferos:</b> serão utilizadas 10 armadilhas <i>Sherman</i> e 10 do tipo <i>Tomahawk</i> ou gaiola por área, dispostas alternadamente numa distância de 20 metros, durante 3 noites. 4) <b>Armadilhas de interceptação e queda ou pitfalls traps:</b> serão		



utilizados os mesmos dispositivos descritos na herpetofauna. - Ictiofauna: 1) Rede de espera: Nove baterias com redes de 15-30-40-50-60-70-80-10-120 mm cada uma, totalizando 90 metros de rede, armadas ao entardecer (18:00h) e retiradas pela manhã (6:00h); 2) Tarrafas: 50 lances em ponto amostral, malha 25mm e 2,5 m de diâmetro; 3) Rede de arrasto: três lances de rede com 6 metros comprimento, 1,5 m de altura e malha 3 mm.
Espécies previstas para captura: Espécies de ocorrência para a região do empreendimento.
Acondicionamento, transporte e destino: - Não está previsto a captura e transporte de animais, porém caso haja necessidade em caso de morte ou de exóticos os procedimentos adotados para eutanásia seguirão o proposto pela Resolução CFBio nº 301/2012 e pela Portaria CFBio nº 148/2012. Destino: Os exemplares não identificados serão encaminhados para a coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.

Observar as seguintes condições:

1. Esta autorização aprova ambientalmente a execução das atividades relativas ao monitoramento de fauna terrestre e ictiofauna na área de influência da PCH Verde 4;
2. As coletas deverão ser realizadas, com os petrechos e métodos mencionados nesta AA;
3. Os exemplares capturados e identificados no local que não necessitem de sacrifício deverão ser manuseados em tempo necessário para sua devolução ao ambiente em condições de sobrevivência;
4. Informar à Polícia Militar Ambiental - PMA/MS da região sobre os trabalhos de captura (datas e locais);
5. As armadilhas de queda devem possuir dispositivo de segurança contra afogamentos (ex: isopor, cortiça, espuma) e permanecer tampadas quando não em uso. As mesmas deverão ser retiradas dos locais de coleta após o término dos trabalhos;
6. Os componentes da equipe deverão utilizar algum método de fácil identificação da atividade para fins de pesquisa;
7. Durante a execução das atividades a equipe deverá portar a Autorização para efeito de fiscalização;
8. As redes de espera e de emalhar utilizadas na coleta de peixes devem ser vistoriadas no máximo de 12/12 horas. As mesmas deverão ser retiradas dos locais de coleta após o término dos trabalhos;
9. Adotar os métodos e procedimentos de eutanásia previstos na Resolução CFMV nº 1000/2012 e na Resolução CFBio nº 301/2012;
10. Animais exóticos (cuja distribuição geográfica não inclua o território brasileiro) capturados não devem ser soltos e deverá ser apresentada destinação adequada para os mesmos;
11. Envio de relatório anual com os dados consolidados das campanhas a Gerência de Recursos Pesqueiros e Fauna – GPF/IMASUL, em formato digital, conforme termo de referência de relatório final disponível no site do IMASUL, num prazo de 60 (sessenta) dias após a conclusão dos trabalhos;
12. Qualquer alteração no projeto, equipe, período e/ou metodologia deverão ser previamente autorizadas por este Instituto/GPF.
13. Para a captura em Unidades de Conservação Estaduais esta Autorização não isenta da Autorização Ambiental de Pesquisa em UC's no Estado;
14. O IMASUL/SEMAGRO/MS reserva-se ao direito de a qualquer momento e de acordo com as normas legais, exigir melhorias e/ou alterações na execução das atividades;
15. A presente Autorização não dispensa e nem substitui outras Licenças, Autorizações, Alvarás ou Certidões de qualquer natureza exigidas pela legislação Federal, Estadual ou Municipal;
16. Mediante decisão motivada a Autorização será suspensa e/ou cancelada, 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;
17. Admitindo-se a renovação, deverá esta, encontrar-se em conformidade com o disposto nos Artigos 32 e 35 da Resolução SEMADE nº 09/2015.

Local e data: Campo Grande, 03 OUT 2018.

Thais B. de A. Caramora  
Diretor Presidente do IMASUL

Thais Barbosa de Azeiteiro Caramora  
Diretora Presidente - em substituição

**ANEXO 6**

**PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)**



# PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)

## PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A.

Água Clara - MS

Julho de 2020.



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

<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR</b> .....	2
<b>2. APRESENTAÇÃO</b> .....	4
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	4
<b>4. RESULTADOS</b> .....	4
a) PRADE das Áreas dos Escritórios, Refeitório e Área de Vivência .....	5
b) PRADE das Áreas da Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem .....	6
c) PRADE das Áreas de Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos.....	7
d) PRADE da Área de Armação, Central de Carpintaria, Almoxarifado Civil e Eletrotécnica. ....	8
e) PRADE da Área de Empréstimo de Argila .....	9
f) PRADE da Área do Escritórios de apoio próximo a subestação (MD) .....	10
g) PRADE da Área de Captação de água à jusante do barramento (MD) .....	11
h) PRADE da Área à Jusante do Barramento .....	12
i) PRADE da Área Acesso provisório à jusante (ME).....	13
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	14
<b>6. ANEXOS</b> .....	14

## 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 DO RELATÓRIO

#### **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 PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

*Regis M. G. Yamaciro*

**Regis Moreira Gomes Yamaciro**

Biólogo

CRBio 106877/01-



## 2. APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os resultados das visitas técnicas realizadas nos meses de janeiro e junho de 2020, para verificação do desenvolvimento das atividades realizadas no ano de 2019 nas áreas de PRADE da PCH Verde 4, em atendimento à condicionante 3 da LO nº 481/2018, expedida pelo IMASUL/MS.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

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).

## 4. RESULTADOS

A seguir, os resultados são apresentados comparando-se as fotos aéreas obtidas para cada área nas campanhas de janeiro e junho de 2020.



### a) PRADE das Áreas dos Escritórios, Refeitório e Área de Vivência

Na campanha de janeiro de 2020 foram observados ataques de formigas cortadeiras (*Atta* sp.) nas áreas com feijão-guandu e a falta de plântulas em desenvolvimento (Figura 1). Em junho de 2020 já foi possível observar o crescimento das espécies semeadas durante o PRADE realizado em 2019 (Figura 2).

**Figura 1** - Imagem aérea da área do antigo escritório e área de vivência já desmobilizada. Janeiro de 2020.



**Figura 2** - Imagem aérea da área do antigo escritórios e área de vivência já desmobilizada. Junho de 2020.



## b) PRADE das Áreas da Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem

Na campanha de janeiro de 2020 observou-se que ainda não havia progresso no desenvolvimento das espécies semeadas (Figura 3). Por sua vez, em junho de 2020 foi verificado o desenvolvimento das gramíneas, promovendo uma cobertura do solo maior que 60% (Figura 4).

**Figura 3** – Imagem aérea das áreas anteriormente ocupadas por: Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem, totalmente desmobilizada. Janeiro de 2020.



**Figura 4** - Imagem aérea das áreas anteriormente ocupadas por: Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem. Junho de 2020.





**c) PRADE das Áreas de Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos.**

Na campanha de janeiro de 2020 observou-se o início do desenvolvimento das espécies semeadas (Figura 5). Já em junho de 2020 foi verificada uma cobertura do solo por gramíneas maior que 80% (Figura 6).

**Figura 5** – Imagem aérea da área antigamente ocupada pelas estruturas da rampa de lavagem e oficina e posto de combustível. Janeiro de 2020.



**Figura 6** – Imagem aérea da área antigamente ocupada pelas estruturas da rampa de lavagem e oficina e posto de combustível. Junho de 2020.



**d) PRADE da Área de Armação, Central de Carpintaria, Almoxarifado Civil e Eletrotécnica.**

Na campanha de janeiro de 2020, foi observado que as plântulas começaram a se desenvolver (Figura 7). Em junho de 2020 foi verificada uma cobertura do solo maior que 90% (Figura 8).

**Figura 7** – Imagem aérea da área anteriormente ocupada por: Armação, Central de Carpintaria, Almoxarifado Civil e Eletrotécnica. Janeiro de 2020.



**Figura 8** – Imagem aérea da área anteriormente ocupada por: Armação, Central de Carpintaria, Almoxarifado Civil e Eletrotécnica. Junho de 2020.





### e) PRADE da Área de Empréstimo de Argila

Na campanha de janeiro de 2020 foi observado que a semeadura feita em 2019 ainda não obteve o resultado esperado (Figura 9). Em junho de 2020 verificou-se que o solo apresentava uma cobertura de gramíneas menor que 50% (Figura 10).

**Figura 9** - Imagem aérea da área anteriormente de Empréstimo de Argila. Janeiro de 2020.



**Figura 10** - Imagem aérea da área anteriormente de Empréstimo de Argila. Junho de 2020.



**f) PRADE da Área do Escritórios de apoio próximo a subestação (MD)**

Na campanha de janeiro de 2020 observou-se plântulas em desenvolvimento, no entanto, a germinação não foi efetiva para toda a área (Figura 11). Em junho de 2020 foi constatado bom crescimento de gramíneas (Figura 12).

**Figura 11** – Imagem aérea da área próxima à casa de força e subestação. Janeiro de 2020.



**Figura 12** – Imagem aérea da área próxima à casa de força e subestação. Junho de 2020.





### g) PRADE da Área de Captação de água à jusante do barramento (MD)

Na campanha de janeiro de 2020 foi observado que a semeadura feita em 2019 ainda não obteve o resultado esperado (Figura 13). Já em junho de 2020 notou-se a germinação do banco de sementes, com o solo da área do PRADE apresentando cerca de 50% de cobertura de gramíneas (Figura 14).

**Figura 13** - Imagem aérea da Área próxima à Captação de água à jusante do barramento (MD). Janeiro de 2020.



**Figura 14** - Imagem aérea da Área próxima à captação de água à jusante do barramento (MD). Junho de 2020.



## h) PRADE da Área à Jusante do Barramento

Na campanha de janeiro de 2020 foi observado desenvolvimento esperado para o período (Figura 15). Em junho de 2020 constatou-se uma falha no estabelecimento de gramíneas (Figura 16).

**Figura 15** - Imagem aérea da área à jusante do barramento (área ampliada do canteiro). Janeiro de 2020.



**Figura 16** - Imagem aérea da área à jusante do barramento. Junho de 2020.





### i) PRADE da Área Acesso provisório à jusante (ME)

Na campanha de janeiro de 2020 houve uma reconformação do talude (em obras do período), uma vez que a hidro-semeadura não foi efetiva (Figura 17). Em junho de 2020 foi verificado o desenvolvimento de gramíneas nos taludes cobertos com biomanta (Figura 18).

**Figura 17** - Imagem aérea da Área Acesso provisório à jusante (ME). Janeiro de 2020.



**Figura 18** - Área Acesso provisório à jusante (ME). Junho de 2020



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS


De acordo com as vistorias realizadas em janeiro e junho de 2020 foi constatado o crescimento de plantas observadas em outubro de 2019 e a germinação de gramíneas proveniente do banco de sementes, existente ou semeada. No entanto são recomendadas ações pontuais de replantio dos taludes e outras áreas suscetíveis a erosão, além do plantio de grama na área da margem esquerda de acesso provisório à jusante.

## 6. ANEXOS

**ANEXO I – ART-Anotação de Responsabilidade Técnica**



**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>2020/09585</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: REGIS MOREIRA GOMES YAMACIRO		3.Registro no CRBio: 106877/01-D	
4.CPF: 029.490.961-31	5.E-mail: regisyama@gmail.com		6.Tel: (67)9232-5437
7.End.: LUZIANIA 209		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA MORUMBI	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79052-068
<b>CONTRATANTE</b>			
13.Nome: ACARI AMBIENTAL EIRELI EPP			
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 / acarisustentabilidade.com.br	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Emissão de laudos e pareceres;			
24.Identificação : VEGETAÇÃO: VISTORIA TÉCNICA DAS ÁREAS DO PRADE DA PCH VERDE 4.			
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; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : REALIZAÇÃO DE VISTORIA TÉCNICA E AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE EXECUÇÃO DE PRADE NA PCH VERDE 4.			
32.Valor: R\$ 1.000,00	33.Total de horas: 20	34.Início: NOV/2020	35.Término: DEZ/2020
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 26/11/2020		Data: 26/11/2020	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
<i>Regis M. G. Yamaciro</i>		<i>Jaqueline Gama</i>	
			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: 4235.5803.6745.7686**

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



**ANEXO 7**

**PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO  
RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO**

**18º RELATÓRIO DE ATIVIDADES**  
**PROGRAMA AMBIENTAL**

**"PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROÇÃO E ASSOREAMENTO  
DO RESERVATÓRIO"**

**PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA VERDE 4**

**PERÍODO – 01 e 29 de fevereiro/2020**


EMPREENDEDOR:

**SAVANA GERAÇÃO  
DE ENERGIA**

GESTÃO AMBIENTAL:

 **abg**  
engenharia e meio ambiente

EXECUÇÃO:

 Engenharia e Consultoria Ltda.

**ÁGUA CLARA/MS, FEVEREIRO/2020**

## SUMÁRIO

1.0	APRESENTAÇÃO.....	3
2.0	EQUIPE TÉCNICA.....	3
3.0	ETAPAS POS ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO.....	3
3.1	AÇÕES PRELIMINARES .....	4
3.2	MOBILIZAÇÃO.....	5
3.3	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	5
3.4	EQUIPE DE CAMPO .....	5
3.5	ATIVIDADES DE CAMPO PCH VERDE 4.....	5
3.5.1	2ª CAMPANHA SEMESTRAL REALIZADA EM 18/02/2020 .....	8
4.0	RECOMENDAÇÕES .....	13
5.0	PRÓXIMAS ATIVIDADES .....	16
6.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	16
7.0	ANEXOS .....	17
7.1	ANEXO 1 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO PE 3 .....	18
7.2	ANEXO 2 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO PE 5 .....	19
7.3	ANEXO 3 – MAPA GERAL DOS PROCESSOS EROSIVOS PCH VERDE 4 .....	20
7.4	ANEXO 4 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART .....	21

## 1.0 APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta as atividades executadas entre os dias **01 e 29 de fevereiro de 2020**, realizadas pela empresa SO Engenharia e Consultoria Ltda., relativas a execução da décima quarta campanha de acompanhamento e monitoramento do Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório da PCH Verde 4, o qual encontra-se agora no período pós-enchimento.

Assim, esta campanha caracteriza-se como a segunda campanha semestral da fase pós-enchimento a qual soma-se as doze campanhas anteriores realizadas no período pré-enchimento, enchimento e pós-enchimento, conforme o Plano Básico Ambiental (PBA) da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Verde 4, e atendendo as determinações da Licença de Operação nº 481/2018 expedida em 26/12/2018 pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL/MS).

## 2.0 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica responsável pela elaboração, tratativas, informações e atividades apresentadas neste relatório, é composta pelos seguintes profissionais:

EQUIPE TÉCNICA	
Sérgio Adalberto Oliskovicz	Eng. Eletricista e Especialista em Segurança do Trabalho e em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
Luis Antônio Paiva	Geólogo e Msc. Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
Michel Oliskovicz	Gestor Ambiental

## 3.0 ETAPAS POS ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

Como estava previsto no PBA aprovado pelo IMASUL, durante a fase de enchimento do reservatório os monitoramento foram feitos semanalmente, e após o seu enchimento, passaram a ser realizados mensalmente nos primeiros três meses e com frequência semestral a partir de então.

Desta forma foram realizadas três campanhas mensais entre dezembro de 2018 e fevereiro de 2019, com os trabalhos de campo compreendendo as atividades de monitoramento e vistorias “in loco” para registro e análise da evolução ocorrida tanto nas margens como no entorno das estacas dos pontos de monitoramento implantados em outubro de 2016 nas Áreas de Monitoramento denominadas AM1, AM2, AM3, AM4,

AM5 e AM6, que ficaram fora das áreas alagadas após a formação do reservatório da PCH Verde 4.

A partir do terceiro mês após a entrada em operação do empreendimento, o cronograma para a continuidade do monitoramento estabelecido no Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório da PCH Verde 4, que foi aprovado pelo órgão ambiental, determinou campanhas com frequência semestral.

A primeira destas campanhas foi realizada em 08 de agosto de 2019 com as atividades sendo executadas via terrestre, na qual as estacas que não ficaram submersas nas Áreas de Monitoramento AM1, AM2, AM3, AM4, AM5 e AM6 foram vistoriadas, além de ser realizada uma nova inspeção nas margens do reservatório recém formado, com ênfase onde encontram-se os processos erosivos PE3 e PE5.

Durante a vistoria realizada ficou caracterizado que do ponto de vista ambiental e estrutural, a área do espelho d'água formado encontra-se com as margens estabilizadas desde o início de sua operação comercial, e confirmou-se a situação encontrada nas três campanhas mensais realizadas pós-enchimento, quando o PE1, PE2 e PE4 ficaram totalmente submersos, com as áreas do seu entorno estabilizadas após o período de formação do reservatório.

Nesta oportunidade foi dado ênfase no monitoramento do processo erosivo denominado PE3 localizado na margem esquerda do córrego do Onça, que é afluente pela margem direita do rio Verde e do PE5, localizado nas proximidades da AM5 (ver coordenadas no quadro abaixo e localização nos ANEXOS 1, 2 e 3).

Estudos técnicos destas áreas impactadas e de suas prováveis causas continuam em andamento, para oportunamente ser apresentado o projeto objetivando a sua recuperação, que antes impactavam o rio Verde, e que de agora em diante irão impactar o reservatório recém formado.

### **3.1 AÇÕES PRELIMINARES**

Na sequência deste programa de monitoramento, em 17/01/2020 foi informado ao empreendedor as datas possíveis para a realização desta segunda atividade semestral do período pós-enchimento, e foi confirmado pela área de operação da usina a data de 18/02/2020 para sua realização, sendo em seguida encaminhada a relação dos técnicos participantes nos trabalhos de campo e do escritório.

### **3.2 MOBILIZAÇÃO**

Nesta segunda campanha semestral de monitoramento, a equipe técnica de campo deslocou-se no dia 18 de fevereiro de 2020 até a sala de comando da PCH Verde 4A, onde inicialmente foi feito a conferência dos documentos e realizada a leitura e discussão do PDST (Plano Diário e Segurança do Trabalho), após o que, foi aberto a Ordem de Serviço no sistema e adado a autorização para o início dos trabalhos.

### **3.3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

Veículo 4 x 4, EPI's e EPC's, equipamentos de informática, máquina fotográfica digital, GPS, caneta e bloco de notação.

### **3.4 EQUIPE DE CAMPO**

Coordenador - Especialista em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, engº Eletricista e de Segurança do Trabalho Sérgio Adalberto Oliskovicz (motorista), e tendo como responsável técnico pela análise e interpretação das observações de campo o Geólogo Msc. Luiz Antônio Paiva, contando também as tvidades de campo com o apoio do Gestor Ambiental Michel Oliskovicz.

### **3.5 ATIVIDADES DE CAMPO PCH VERDE 4**

A seguir, as Figuras 1 e 2 apresentam as Áreas de Monitoramento AM1, AM2, AM3, AM4, AM5 e AM6, com a distribuição espacial de locação das estacas P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7, que ocorreu em outubro de 2016.



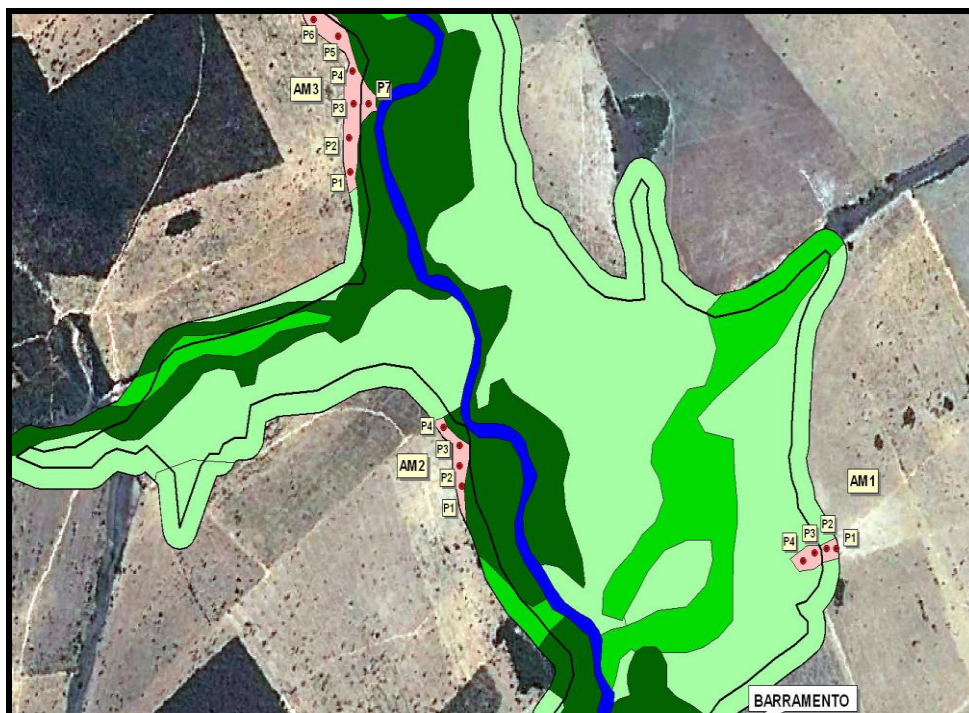


Figura 1 – Áreas de Monitoramento AM1, AM 2 e AM3 e disposição espacial das estacas P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7.

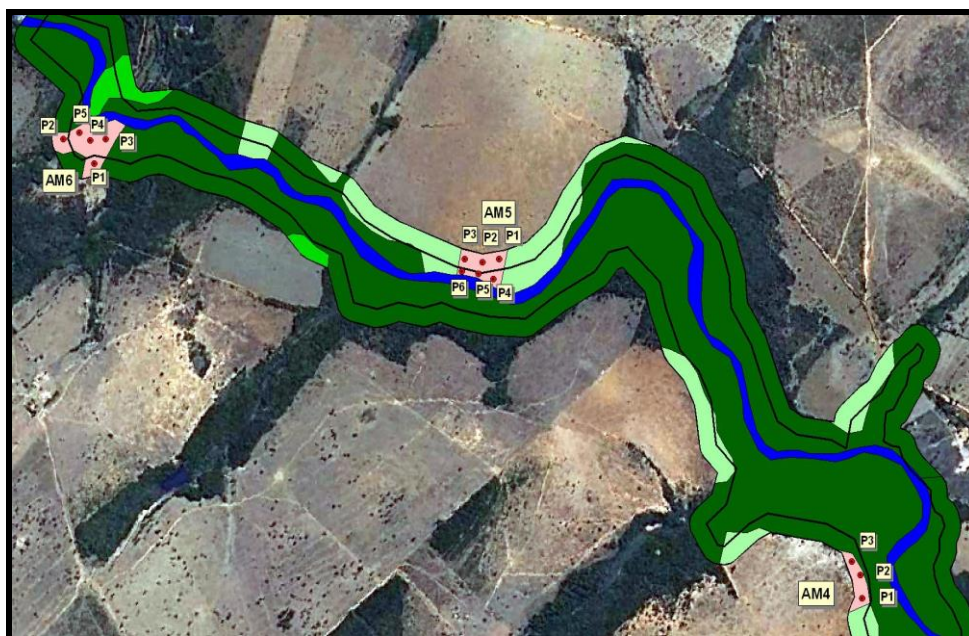


Figura 2 – Áreas de Monitoramento AM4, AM5 e AM6 e disposição espacial das estacas P1, P2, P3, P4, P5 e P6.

Conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2 acima, e já reportado em relatórios anteriores, as Áreas de Monitoramento foram assim distribuídas:

- AM1: localizada na margem esquerda do rio Verde a cerca de 1,0 km a montante do barramento da PCH Verde 4, com 4 estacas sendo 2 não submersas;
- AM2: localizada na margem direita do rio Verde a cerca de 2,3 km a montante do barramento da PCH Verde 4, com 4 estacas todas não submersas;
- AM3: localizada na margem direita do rio Verde a cerca de 4,0 km a montante do barramento da PCH Verde 4, com 7 estacas sendo 6 não submersas;
- AM4: localizada na margem direita do rio Verde a cerca de 12,5 km a montante do barramento da PCH Verde 4, com 3 estacas todas não submersas;
- AM5: localizada na margem esquerda do rio Verde a cerca de 17,0 km a montante do barramento da PCH Verde 4, com 6 estacas sendo 3 não submersas, e;
- AM6: localizada na margem direita do rio Verde a cerca de 19,5 km a montante do barramento da PCH Verde 4, com 5 estacas sendo 2 não submersas.

As Figuras 3 e 4 a seguir, mostram os caminhos utilizados via terrestre para a execução dos serviços nesta campanha.



Figura 3 – Caminhos de acesso utilizados para as vistorias na AM1, AM2, AM3, AM4 e nos processos erosivos PE1, PE2, e PE4 atualmente submersos, com PE3 em monitoramento.



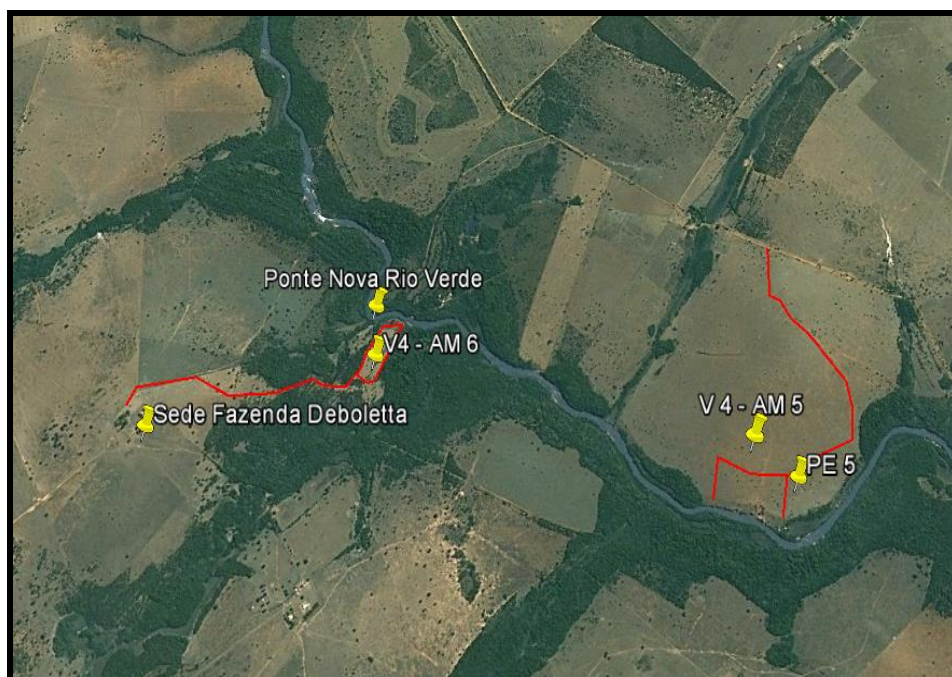


Figura 4 – Caminhos de acesso utilizados para a AM5 e AM6, além do processo erosivo PE5 atualmente em monitoramento.

### 3.5.1 2ª CAMPANHA SEMESTRAL REALIZADA EM 18/02/2020

Nesta etapa as atividades tiveram início às 13:00 hs do dia 08/08/2019 e foram executadas via terrestre, oportunidade em que as estacas que não ficaram submersas nas Áreas de Monitoramento AM1, AM2, AM3, AM4, AM5, AM6 foram vistoriadas (Fotos 1, 2, 3 e 4), além de ser realizada uma nova inspeção nas margens do reservatório recém formado, onde encontram-se os processos erosivos PE3 e PE5.

Foi utilizado um veículo com tração 4 X 4 para o deslocamento da equipe, ora ocorrendo pela rodovia que interliga as PCHs Verde 4A e Verde 4, ora pelos acessos existentes entre as propriedades limediras ao reservatório formado.

Nesta oportunidade confirmou-se a situação encontrada nas três campanhas mensais realizadas pós-enchimento, quando o PE1, PE2 e PE4 ficaram totalmente submersos, com as áreas do seu entorno estabilizadas após este período da formação do reservatório.



Foto - 1. Vista parcial da margem direita na AM2 próximo ao PE2 com área estabilizada.



Foto - 2. Vista geral da margem direita bem estabilizada na região da AM3, acima do PE3.



Foto - 3. Vista parcial da AM4 estabilizada com a vegetação natural da APP mantida.



Foto - 4. Vista geral da AM5 em início de recuperação natural, aguardando plantio APP.

Quanto as áreas onde estão localizados os processos erosivos denominados PE3 e PE5 com coordenadas abaixo (ver localização nos ANEXOS 1, 2 e 3), os quais ficaram parcialmente fora da área alagada, ultrapassando inclusive a área da APP, as mesmas foram novamente objetos de monitoramento nesta campanha e no geral apresentaram evidências negativas de continuidade na sua evolução durante o período das chuvas ocorridas na região entre os meses de novembro/2019 e fevereiro/2020.

Processo Erosivo e Situação	Propriedade	Coordenadas Projeção UTM Datum Sirgas 2000 – Fuso 22 Sul	
PE1 – voçoroca com 95 m toda submersa no reservatório	João dos Santos	261.467 E	7.790.029 S
PE2 – voçoroca com 71 m toda submersa no reservatório	João dos Santos	261.025 E	7.790.688 S
PE3 – voçoroca superior com 65 m parte fora APP	Iracy de Souza	259.078 E	7.791.049 S
PE3 – voçoroca Inferior com 100 m parte dentro da APP 130 m parte fora da APP	Savana Geração Iracy de Souza	259.114 E	7.790.932 S
PE4 – voçoroca com 25 m toda submersa no reservatório	Leonardo Dias	260.813 E	7.792.5129 S
PE5 – ravinamento com 100 m parte dentro da APP 135 m parte fora da APP	Savana Geração Luzia Ferreira	255.086 E	7.799.130 S

No caso do PE3, que tem a sua parte superior na propriedade da sra Iracy de Souza, teve o agravamento temporário com aumento do material erodido para o seu interior, devido a exposição do solo ocorrida durante as atividades de preparação da terra e seu replantio para a refazer as pastagem sem o devido terraceamento da área, conforme foi apresentado no relatório da campanha anterior, o que somou-se ao período de chuvas recentes na região.

Esta situação está minimizada em parte com a pastagem já recomposta atualmente, mas que deverá continuar apresentando os mesmos problemas anteriores quando os bovinos forem manejados para esta área.

Apesar do aumento de solo erodido para o seu interior e do avanço de sua atividade para as laterais, na parte final deste processo pôde ser evidenciado um aumento na retenção de solo com indícios de recuperação vegetal, causada pela deposição natural de galhos, o que comprova a possibilidade de sua recuperação com o auxílio de paliçadas internas, acrescida de outras atividades já citadas anteriormente e que serão reforçadas na parte final deste relatório (Fotos 5, 6, 7, 8, 9 e 10).

Essa situação só não é pior face a contribuição positiva para a redução do aumento da erosão nas bordas deste processo causado pelo isolamento da área através do cercamento da APP e o início das atividades de recomposição da sua vegetação, que o empreendedor está executando através da semeadura de espécies nativas com a utilização da técnica de muvuca, e também por meio do plantio direto de mudas nativas existentes na região.





Foto - 5. Vista parcial da parte superior do processo erosivo PE3 com o pasto refeito.



Foto - 6. Vista geral interna do PE3 fora da APP, com detalhes de pegadas de bovinos.



Foto - 7. Vista interna do processo erosivo PE3 no ponto da cerca da divisa com a APP.



Foto - 8. Vista geral interna do processo erosivo PE3 já atingindo o lençol freático.



Foto - 9. Vista parcial da área do processo erosivo PE3 próximo a chegada ao reservatório.



Foto - 10. Detalhe da paliçada natural formada por galhos, retendo o solo no interior do PE3.



Na área onde está localizado o PE5, o qual também ultrapassa a APP de propriedade da Savana Geração de Energia S/A e segue na propriedade da sra. Luzia Ferreira, pôde ser evidenciado o aumento nas atividades deste processo, causado principalmente pela falta de manejo adequado no uso da pastagem na área adjacente a montante, potencializado pelo período de chuvas que vem ocorrendo entre novembro/2019 e fevereiro/2020 (Fotos 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

Como já foi citado anteriormente, este processo erosivo continua em estudo, mas enquanto isso, faz-se necessário pelo menos a execução de terraceamento a montante desta área no pasto de “*brachiaria*” já bem formado.

Da mesma forma que no caso do PE3, a situação só não está pior face a contribuição positiva causada pelo isolamento da área através do cercamento da APP e o início das atividades de recomposição da sua vegetação que estão em curso.

	
<p>Foto -11. Vista parcial da área superior do PE5 com pastagem implantada sem terraceamento.</p>	<p>Foto - 12. Parte superior do PE5 em área de pastagem, com área da APP ao fundo.</p>
	
<p>Foto -13. Vista geral interna do PE5, em ponto próximo a margem do rio Verde.</p>	<p>Foto - 14. Vista parcial interna do PE5 com vestígios de pegadas de animais silvestres.</p>



Foto -15. Detalhe de pegadas de anta (*Tapirus terrestris*) no interior do PE5.



Foto - 16. Vista geral do PE5 nas proximidades de sua chegada ao rio Verde.

Assim, tanto no caso do PE3 como do PE5, apesar das evidências positivas registradas, continuamos com o entendimento que para eliminar a causa e promover a estabilização das áreas, dando início às suas recuperações, são necessárias a implementação de algumas ações simples e de custos relativamente baixos, as quais, independente da técnica escolhida, necessitam ser realizadas com relativa brevidade, procurando eliminar o carreamento de solo para o interior destes processos erosivos.

#### 4.0 RECOMENDAÇÕES

Como já foi citado, estes processos erosivos devem ser controlados a partir de ações imediatas e procedimentos técnicos específicos, sob pena de ter suas dimensões aumentadas com o passar do tempo, sendo que todo o material erodido continuará a ser depositado diretamente no interior do reservatório, motivo pelo qual recomenda-se:

- a) Manter as atividades de monitoramento das condições das cercas que delimitam a APP no entorno do reservatório, especialmente na margem esquerda do córrego do Onça onde está localizado o PE3 e na área de pastagem próximo ao PE5;
- b) Proceder com brevidade um novo cercamento específico no entorno da voçoroca do PE3 e do ravinamento do PE5, tanto fora como dentro da área da APP, visando garantir que a presença de bovinos e outros animais silvestres de grande porte não ocorram, o que irá contribuir para a mitigação do avanço destes processos através do seu pisoteamento e desmoronamento das bordas;



- c) Elaborar e protocolar o “Informativo de PRADE” junto ao IMASUL, e;
- d) Elaborar o Projeto de Recuperação de Área Degradada – PRADE a ser encaminhado para análise e aprovação junto ao órgão ambiental (IMASUL), o qual deverá especificar entre outras coisas, qual a técnica a ser utilizada em função do tempo definido pelo empreendedor para solução do problema existente, sendo que o mesmo pode seguir vários caminhos, entre os quais destacamos:
  - Proceder a implantação da técnica agrícola do terraceamento através do parcelamento nivelado do solo a montante da área impactada pelo processo erosivo em questão, visando eliminar o direcionamento e escoamento das águas pluviais com alta velocidade e grande energia, oriunda das áreas mais altas, que são as causadoras do seu aumento na época das chuvas, e;
  - Prever a efetiva estabilização do processo de voçorocamento, no qual é de fundamental importância restabelecer a cobertura vegetal sobre o solo, que deverá ser implementada através de outras ações complementares, tais como o uso de espécies nativas ou exóticas e bioengenharia.

Dentre as principais técnicas utilizadas para combate a estes tipos de processos, a “bioengenharia” ganhou bastante espaço, face o seu baixo custo e técnicas de aplicação relativamente simples, sendo que ela se caracteriza por uma associação de alternativas, envolvendo elementos biologicamente ativos, em obras de estabilização de solo e de sedimentos, junto com elementos inertes como, por exemplo, concretos, madeiras (galhos de árvores), ligas metálicas, polímeros e mantas confeccionadas com fibras vegetais, chamadas de biotêxteis.

Como alternativas para auxiliar no controle de voçorocas podem ser utilizadas biomantas, hidrossemeadura, paliçadas, e espécies que contribuam para a estabilização do processo erosivo, como: tamburil (*Enterolobium contortisiliquum*), carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), angico (*Anadenanthera falcata*), faveiro (*Dimorphanda mollis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria* sp.), dentre outros

As biomantas são constituídas de material confeccionado industrialmente, a partir de fibra vegetal, palha agrícola, fibra de coco e fibra sintética, que são costuradas de modo a formar uma trama resistente, protegida por redes de polipropileno ou juta, e apresentam como principal vantagem, ser de fácil e rápida aplicação, protegendo o solo imediatamente à sua aplicação, até que a vegetação se estabeleça, com vantagem

dessa vegetação poder ser gramínea ou leguminosa, dependendo das condições favoráveis para a escolha.

Outra técnica de bioengenharia utilizada no controle e estabilização de voçorocas é a hidrossemeadura, que consiste na aplicação de massa pastosa composta de sementes, fertilizantes, compostos orgânicos, adesivos líquidos apropriados, aglutinantes e corretivos de solo utilizando a água como veículo, sendo que essa técnica é utilizada onde a mecanização se torna difícil pelo relevo acidentado.

Dentre as diversas alternativas de estabilização do solo, a bioengenharia dispõe ainda do uso de paliçadas, que consiste em quebrar a força da enxurrada e reter os sedimentos principalmente dentro da voçoroca, e devem ser construídas com materiais de baixo custo e facilmente disponíveis, como bambu e sacos de rafia cheios de terra, com alturas variando de 30 a 80 centímetros (Figura 5) os quais vão propiciar o auto-assoreamento.



Figura 5 – Exemplo de utilização de paliçada de bambu com sacos de rafia contendo terra.

Fonte: Centro Científico Conhecer – 2012

Neste caso, que também pode ser usado em menor escala para ravinamentos, o processo deve ser consorciado com ações de revegetação da área da voçoroca com espécies leguminosas arbóreas inoculadas e micorrizadas, que auxiliam na contenção da perda de sedimentos, e a estabilização do processo.

Assim, com a garantia do isolamento da área para impedir o acesso de bovinos e de animais silvestres de grande porte, com o ordenamento da água da chuva, com a aplicação de uma ou mais das técnicas acima descritas, deverá ocorrer a contenção da perda de sedimentos, cessando o crescimento destes processos e finalizando com sua extinção e recuperação dos locais, eliminando por completo as suas contribuições para o assoreamento do rio Verde, e por consequência, do reservatório da PCH Verde 4.

## **5.0 PRÓXIMAS ATIVIDADES**

O cronograma para a continuidade do monitoramento estabelecido no Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório da PCH Verde 4, que foi aprovado pelo órgão ambiental, prevê campanhas com frequências semestrais, ficando a próxima atividade de monitoramento prevista para o mês de agosto de 2020, atendendo assim as determinações da LO nº 481/2018 expedida em 26/12/2018 pelo IMASUL.

## **6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste relatório apresentamos as principais ações executadas durante a realização da segunda campanha semestral de monitoramento do período pós-enchimento, programada e realizada em continuidade ao Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório da Pequena Central Hidrelétrica Verde 4, a qual encontra-se em fase de operação, com o reservatório pouco abaixo da cota normal, devido o poucas chuvas registradas nos últimos meses na região das cabeceiras do rio Verde.

Esta campanha ocorreu no dia 18/02/2020, com as atividades de vistoria sendo realizadas nas seis áreas de monitoramento no reservatório e nos locais dos processos erosivos PE1 ao PE5.

Como citado anteriormente, foi analisado o comportamento das áreas de monitoramento e a estabilidade de suas margens, com ênfase nas margens do reservatório e nas áreas próximas aos locais onde estão os processos erosivos PE3 e PE5.

Foi novamente evidenciado que após a formação do reservatório os processos erosivos existentes nos pontos PE1, PE2 e PE4 ficaram totalmente submersos e apresentam as suas áreas adjacentes bem estabilizadas.

Os outros dois locais, onde os processos erosivos permanecem parcialmente fora da área alagada, com a voçoroca do PE3 e o ravinamento do PE5 cruzando a APP e adentrando as propriedades da sra. Iracy de Souza e da sra. Luzia Ferreira respectivamente, e as principais ações recomendadas para suas estabilizações e recuperação destas áreas, foram descritas no item 4.0 Recomendações.

As constatações e observações verificadas nesta campanha continuarão sendo monitoradas nas próximas campanhas semestrais da fase pós-enchimento do reservatório, mas o que pôde ser observado nestes pontos de processos erosivos, foram a presença de um pequeno carreamento de solo arenoso para o seu interior, causado pelas chuvas da temporada passada, porém não mais se evidenciaram marcas de bovinos nestes locais, o que já é consequência do cercamentos das áreas.

Informamos ainda, que para estes locais onde encontra-se a voçoroca do PE3 e o ravinamento do PE5, estudos continuam em curso e os seus resultados deverão apontar as ações definitivas visando a solução destes problemas, os quais já existiam bem antes do início da implantação da PCH Verde 4, causados principalmente devido a falta de manejo e uso adequado do solo naquelas áreas, utilizadas para pastagens de bovinos.

Nas demais áreas vistoriadas, não foram verificados indícios de processos erosivos, e a próxima atividade deverá ocorrer em fevereiro de 2020.

## 7.0 ANEXOS

7.1 Anexo 1 – Croqui de Localização do Processo Erosivo PE 3

7.2 Anexo 2 – Croqui de Localização do Processo Erosivo PE 5

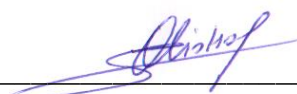
7.3 Anexo 3 – Mapa Geral dos Processos Erosivos PCH VERDE 4

7.4 Anexo 4 – Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

Campo Grande, 20 de fevereiro de 2020



Resp. Téc. Geólogo Luiz Antônio Paiva  
CREA/MS 7717/D



Engº Sérgio A. Oliskovicz  
Coordenador



### **7.1 ANEXO 1 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO PE 3**

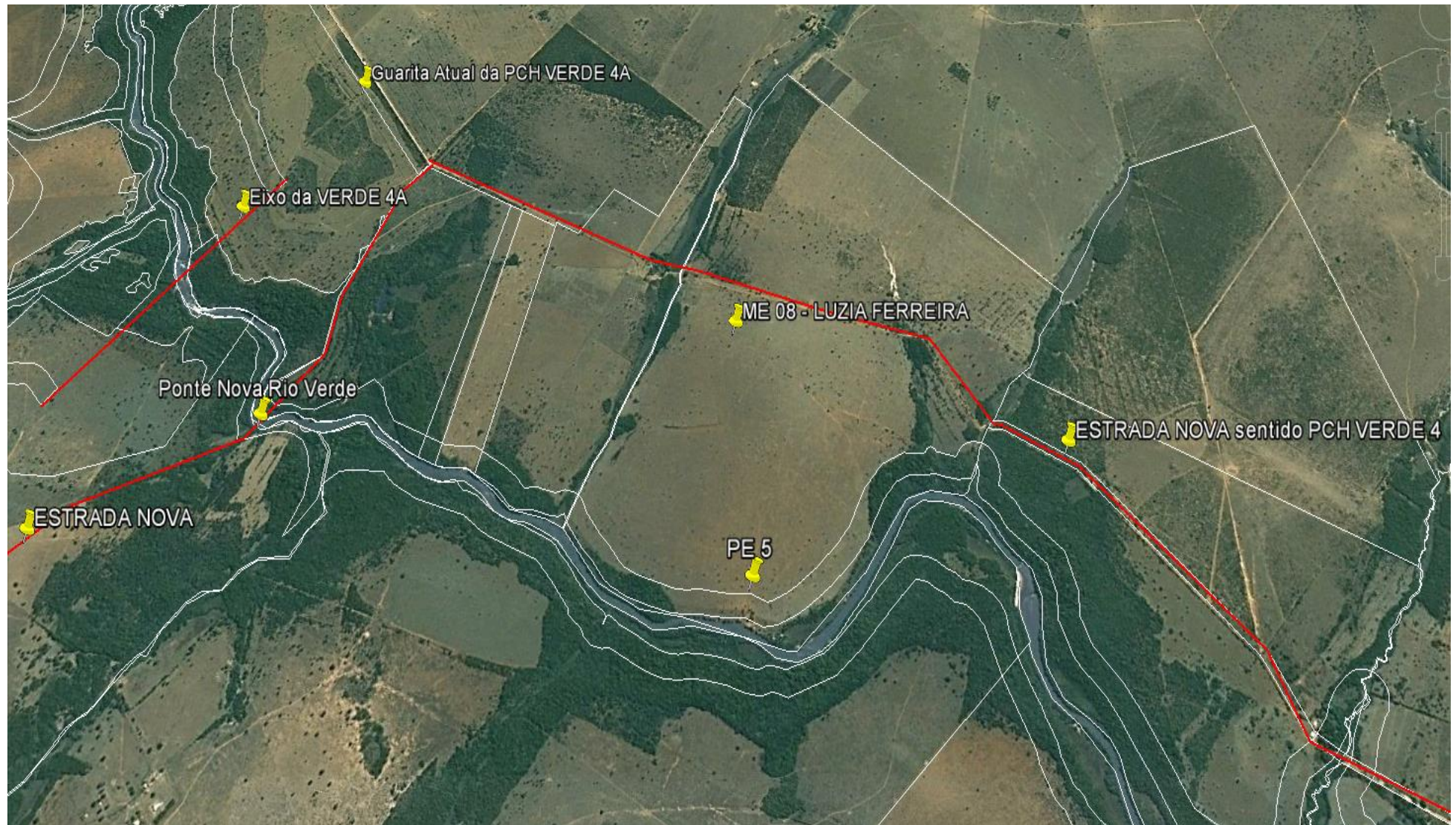
## ANEXO 1 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO PE 3



## **7.2 ANEXO 2 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO PE 5**

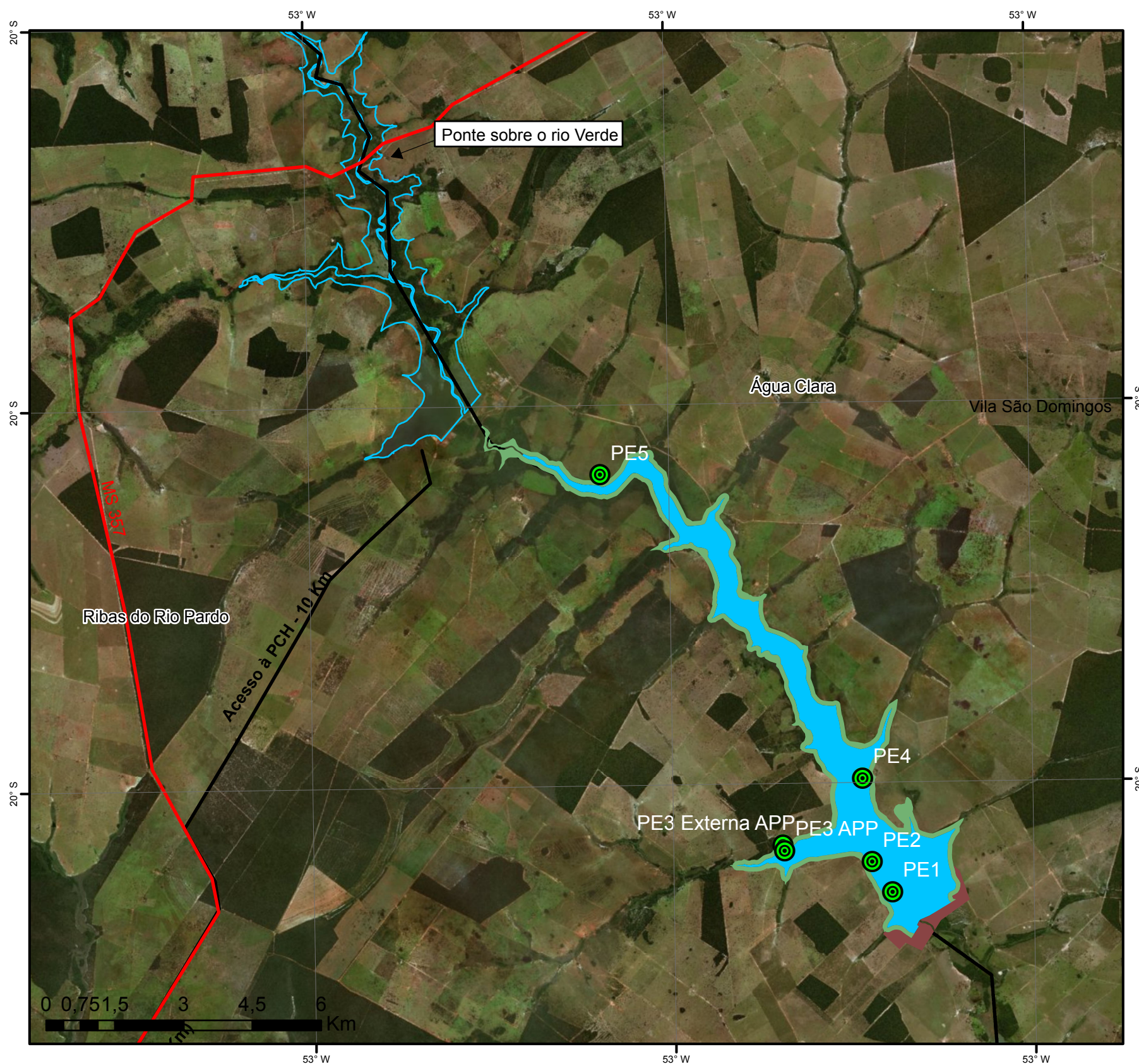


## ANEXO 2 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO PE 5



### **7.3 ANEXO 3 – MAPA GERAL DOS PROCESSOS EROSIVOS PCH VERDE 4**





### Legenda

- Processos Erosivos
- Novo acesso
- Estrada Vicinal
- Rodovias
- Canteiro de obras
- Área de Preservação Permanente
- Limite dos Municípios
- Reservatório PCH Verde 4
- Reservatório PCH Verde 4A

<b>DESENHOS DE REFERÊNCIA</b> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Brookfield Energias Renováveis, 2017
--

<b>NOTAS</b> <b>Parâmetros Cartográficos</b> Projeção: Geográfica Decimal Datum: SIRGAS 2000
---

<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO:</b>  GEOL. LUIZ PAIVA CREA MS 7717D-0	<b>EXECUÇÃO:</b>  DESENHO: Sérgio Adalberto Oliskovicz CONFERIDO: Sérgio Oliskovicz DATA: AGOSTO/2019
--	---

N.	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA	CONF.	DATA	APROV.
<b>SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA</b> PCH Verde 4					
<b>MAPA DO MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS DA PCH VERDE 4</b>					
ESC.: 1:150.000		DESENHO		R-	FL.01/01



#### **7.4 ANEXO 4 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART**



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART Lei nº 5.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO  
1320170019379

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MS

1. Responsável Técnico

LUIZ ANTONIO PAIVA RNP: 1306733035  
 Título Profissional: GEÓLOGO Registro: 7717  
 Empresa Contratada: Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: SO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA CPF/CNPJ: 04.537.706/0001-58  
 Rua: RUA LUIZ ALVES Endereço: PARQUE RESIDENCIAL RITA VIEIRA Número: 84  
 Cidade: CAMPO GRANDE UF: MS CEP: 79.052-406  
 Contrato: Celebrado em: 09/02/2016 Validado à ART:  
 Valor: R\$ 1.000,00 Tipo de Contrato: PESSOA JURÍDICA  
 Ação Institucional:

3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Estado	Número	Complemento	Cidade	UF	Cep	Coordenada
RÓDOVIA MS-245	ZONA RURAL	RN 346,1		MEDIANHA CLARA	MS	79.640-000	019°52'39,00" S 053°22'07,00" O

Data de Início: 15/02/2018 Prazo Técnico: 15/03/2017 Código: CPF/CNPJ: 11.151.933/9801-09  
 Proprietário: SAVARA CERAÇÃO DE ENERGIA S/A  
 Finalidade: ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO PCH VERDE 4.

4. Atividades Técnicas

Grupo/Subgrupo	Atividade Profissional	Obra/Serviço	Complemento	Quantidade	Unidade
Obras Hidráulicas e Recursos Hidráulicos - Obras Fluviais					
	Consultoria	de controle de erosão		40,0000	HORA / MÊS

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a taxa desta ART

5. Observações

Projeto e execução de controle de processos erosivos e de assoreamento PCH VERDE 4.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e na Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima mencionadas.

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

*Luiz Antonio Paiva* 7.13.2017  
 Local: Data:  
 Luiz Antonio Paiva  
 04.537.706/0001-58 - SO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento do confissão no site do Crea.  
 A validade deste documento pode ser verificada no site [www.creams.org.br](http://www.creams.org.br) ou [www.crea.org.br](http://www.crea.org.br).  
 A validade 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) ou [www.crea.org.br](http://www.crea.org.br)  
 tel: (67) 3368-1000 fax: (67) 3368-1030

Valor ART: R\$ 61,53 Registrado em 07/03/2017 Valor Pago: R\$ 0,00

Nosso Número: 1320170019379



Instruções de Impressão  
 Imprimir em impressora jato de tinta (ink jet) ou laser em qualidade normal. (Não use modo econômico).  
 Usar folha A4 (210 x 297 mm) ou Carta (216 x 279 mm) - Corte na linha indicada

Recibo do Pagador



104-0

10490.73354 63000.200046 00008.422545 7 71010000008153

Beneficiário <b>CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE MATO GROSSO DO SUL</b>		Agência / Código de Beneficiário <b>1484073354-3</b>	Especie <b>RS</b>	Quantidade <b>1</b>	Carteira / Nosso número <b>2400000000084225-0</b>
Número do documento <b>80958</b>	CPF (CPF) <b>15417820000111</b>	Vencimento <b>17/03/2017</b>		Valor documento <b>RS 81,53</b>	
(-) Desconto / Abatimento	(-) Outras deduções	(+) Multa / Multa	(-) Outros abatimentos	(=) Valor cobrado	

Pagador  
**LUIZ ANTONIO PAVA** CPF: 416.810.880-53  
 Avenida Noroeste, 1109, 1109  
 Planalto - Campo Grande/MS - CEP: 79009-700

Instituição  
 Não receber após vencimento  
 Cobrança(s): ART Obra ou Serviço;

Autenticação manual

ART Nº 1320170019379

Código de Autenticação



104-0

10490.73354 63000.200046 00008.422545 7 71010000008153

Local de pagamento <b>PREFERENCIALMENTE NAS CASAS LOTÉRICAS ATÉ O VALOR LIMITE</b>					Vencimento <b>17/03/2017</b>
Beneficiário <b>CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE MATO GROSSO DO SUL</b>					Agência / Código Beneficiário <b>1484073354-3</b>
Data do documento <b>07/03/2017</b>	Nº documento <b>80958</b>	Especie doc. <b>OU</b>	Acerto <b>N</b>	Data processamento <b>07/03/2017</b>	Carteira / Nosso número <b>2400000000084225-0</b>
Diário do banco <b>SR</b>	Carteira <b>SR</b>	Especie <b>RS</b>	Quantidade <b>1</b>	(=) Valor	(=) Valor documento <b>RS 81,53</b>

Instituição (Teste de responsabilidade do beneficiário)  
 Não receber após vencimento  
 Cobrança(s): ART Obra ou Serviço;

ART Nº 1320170019379

Pagador  
**LUIZ ANTONIO PAVA** CPF: 416.810.880-53  
 Avenida Noroeste, 1109, 1109  
 Planalto - Campo Grande/MS - CEP: 79009-700

Cód. banco

Autenticação manual - Ficha de Compensação



Código de Autenticação

07/03/2017 - BANCO DO BRASIL - 17:06:30  
 189101861 0015

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: SÉRGIO A OLISKOVICZ  
 AGENCIA: 1881-3 CONTA: 44.983-0

CAIXA ECONOMICA FEDERAL

10490733546300020004600008422545771010000008153  
 NR. DOCUMENTO 30.701  
 DATA DO PAGAMENTO 07/03/2017  
 VALOR DO DOCUMENTO 81,53  
 VALOR COBRADO 81,53

NR. AUTENTICACAO 2.78B.AC7.5F5.5D1.92C

**SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.**

## **Avaliação Hidrológica PCH Verde 4**

Período de Janeiro a Outubro de 2020

Execução: **OVERTECH Soluções Tecnológicas**

Responsáveis:

Ronald Eugenio Manz (Geógrafo - CREA-PR 132173/D)

Edgar Posser Junior (Eng. Agrícola – CREA-PR 136690/D)

Cascavel - Paraná

Novembro de 2020

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. DADOS DAS ESTAÇÕES.....	4
3. LINÍMETRIA .....	6
4. DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	9
5. FLUVIOMETRIA E SEDIMENTOMETRIA .....	13
6. CONCLUSÃO.....	18



## 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 11.150.033/0002-30.

O relatório a seguir tem por finalidade apresentar os dados obtidos 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 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 e os posteriores terão uma periodicidade semestral. Desse modo esse relatório abrange os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro.

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).

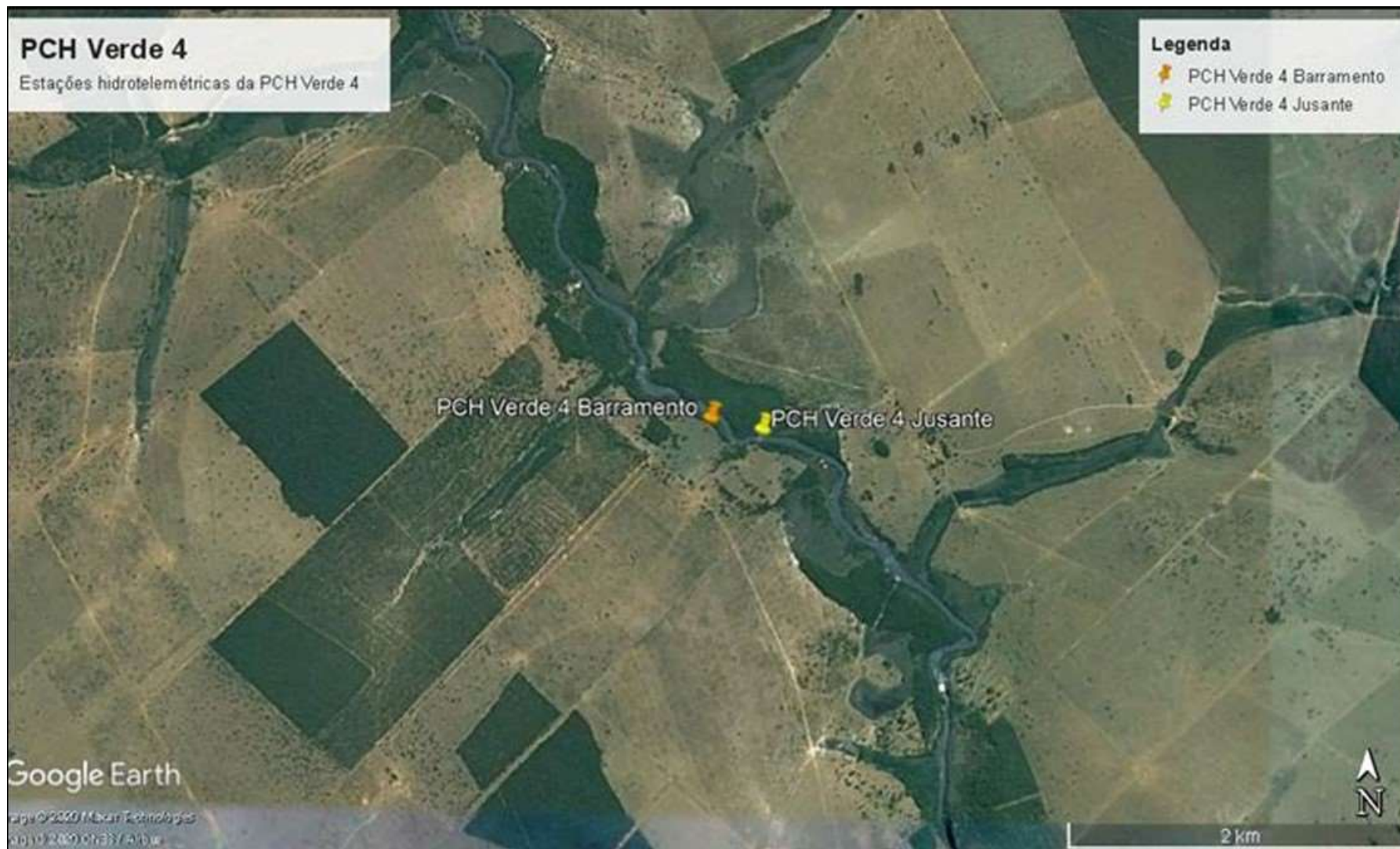
## 2. DADOS DAS ESTAÇÕES

A rede hidrométrica implantada para atendimento da Resolução Conjunta encontra-se detalhada na Tabela 1.1, 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*.

Tabela 1.1 - 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.

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 não apresentou dados coerentes anteriores ao dia 02/04/2020. 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 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.

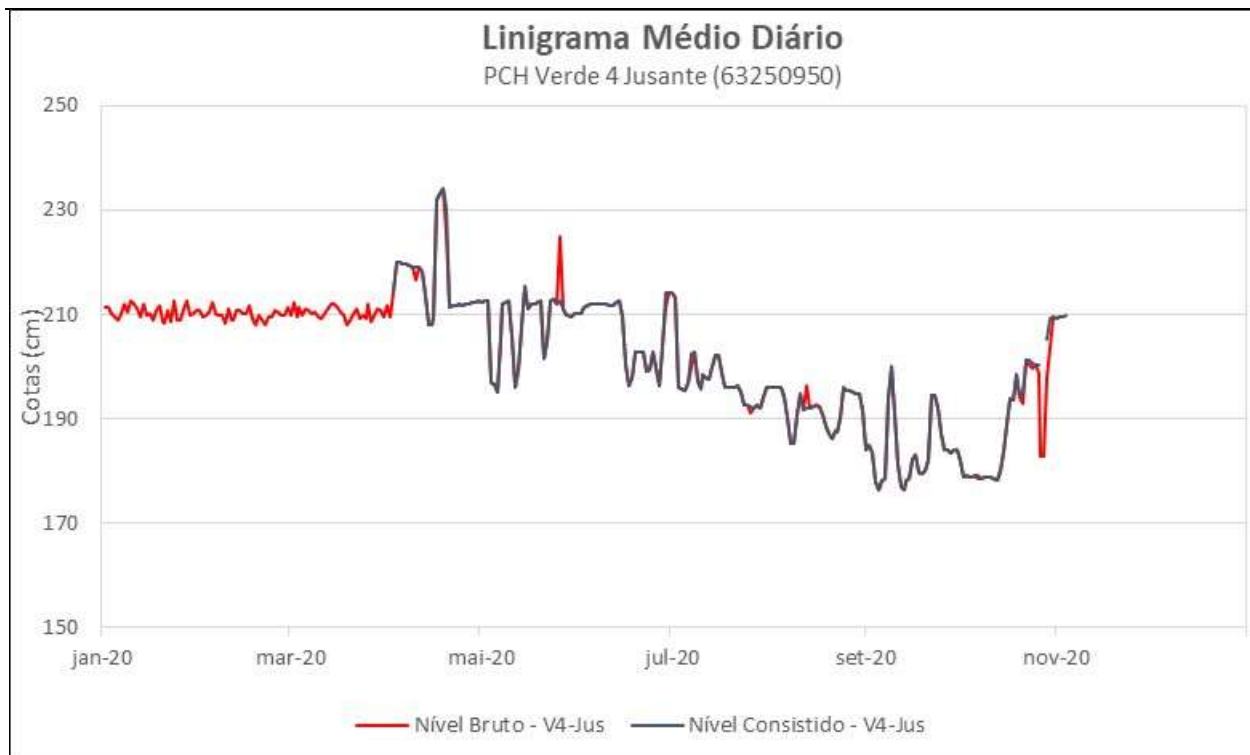


Figura 2.1 - Linigrama médio diário da estação Verde 4 Jusante no decorrer de 2020.



Figura 2.2 - Linigrama médio, mínimo e máximo diário da estação de Verde 4 Jusante em 2020.



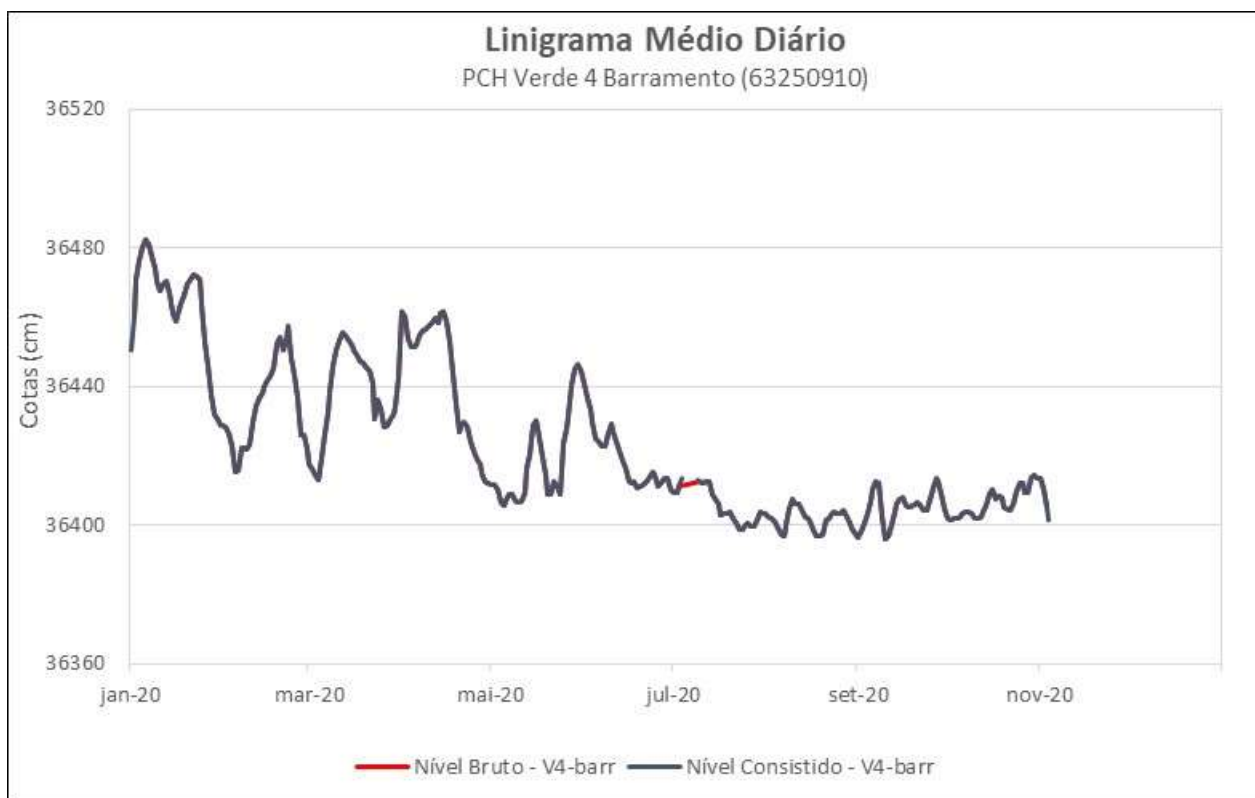


Figura 2.3 - Linigrama médio diário da estação Verde 4 Barramento no decorrer de 2020.

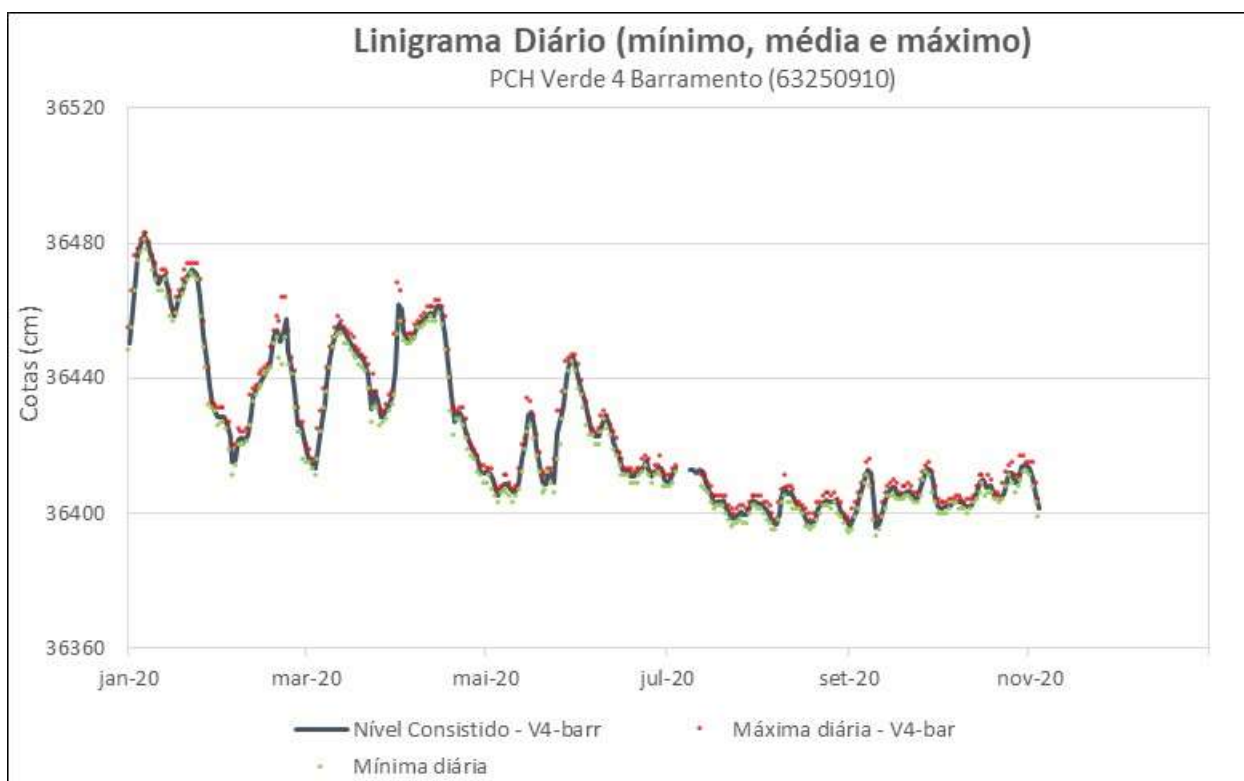


Figura 2.4 - Linigrama médio, mínimo e máximo diário da estação de Verde 4 Barramento em 2020.

---

#### 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 três estações auxiliares próximas, sendo elas: Paranaíba (OMM83565), localizada a 123Km a leste do barramento; Bandeirantes (01954005) e Rochedo (01954002), localizadas a aproximadamente 100 e 150Km a oeste do barramento da PCH Verde 4, respectivamente.

A estação de Paranaíba foi obtida do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), enquanto que as estações de Rochedo e Bandeirantes foram resgatadas do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH). Cabe citar que as estações de apoio resgatadas do SNIRH não contemplam o ano de 2020. Ambas apresentam dados apenas até 12/2018.

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 2018, e sem nenhuma linearidade.

Apesar da avaliação pluviométrica deste relatório ser referente ao ano de 2020, foram resgatados também os dados existente 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 2018. Como a estação de Água Clara (02052002), localizada a apenas 90 Km a jusante do empreendimento, dentro da bacia do rio Verde.

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. Para o próximo relatório será apresentado os dados

pluviométricos da estação PCH Verde 4 Jusante e PCH Verde 4 Barramento para o ano de 2019.

Na Figura 3.1 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 única estação de apoio (Paranaíba/InMet), mas será necessário compará-los também com os dados das estações do SNIRH.

Tabela 2.1 - Estações Empregadas na Consistência Pluviométrica

Origem	Nome	Código	VR1	VR2	VR3	VR4
Brookfield	PCH VERDE 4 JUSANTE	01953011	P			
INMET	PARANAIBA	OMM83565	AC	AC	AC	AC
Hidroweb	BANDEIRANTES	01954005	AC	AC	AC	AC
Hidroweb	ROCHEDO	01954002	AC	AC	AC	AC

AC = Auxiliar Complementar, P = Principal.

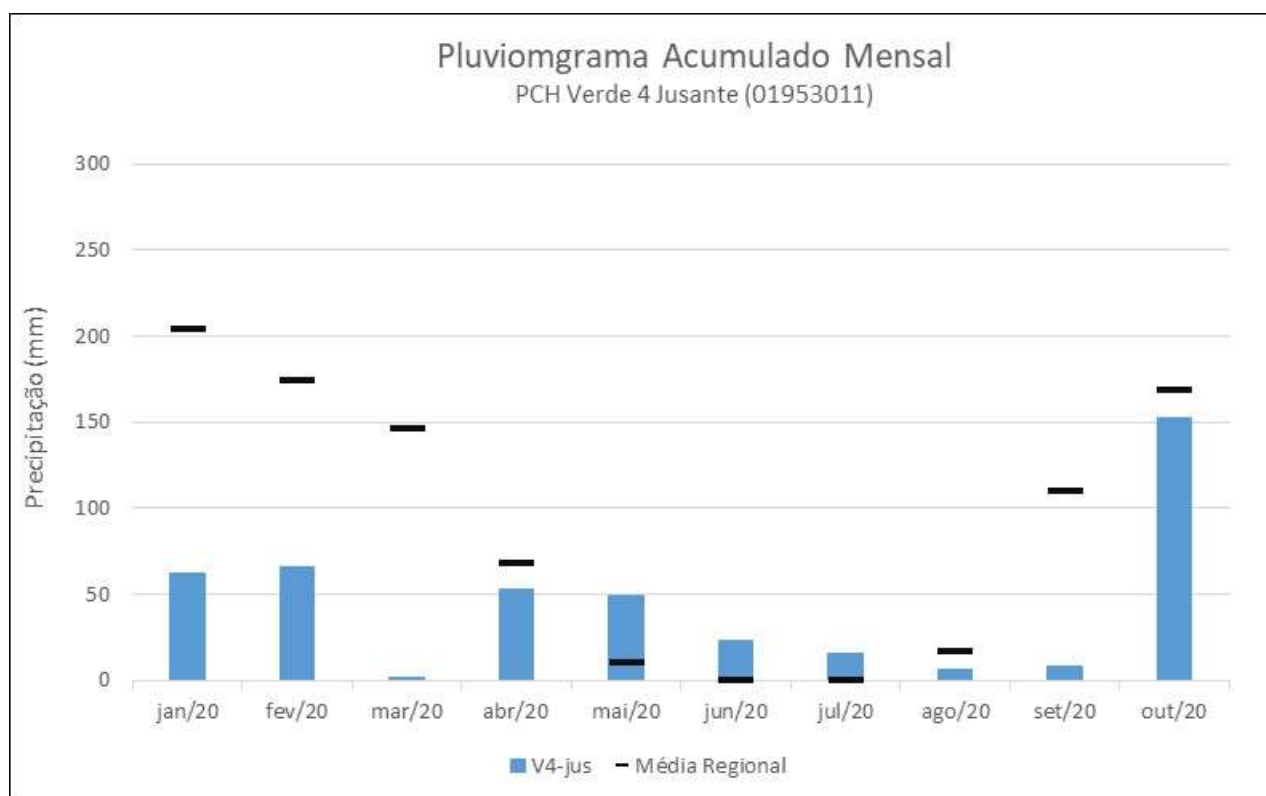


Figura 3.1 – Registros pluviométricos da estação Verde 4 Jusante atuais e sua comparação com a média Regional de 2018.

Já na Figura 3.2 são apresentados os panoramas dos registros pluviométricos diários 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.

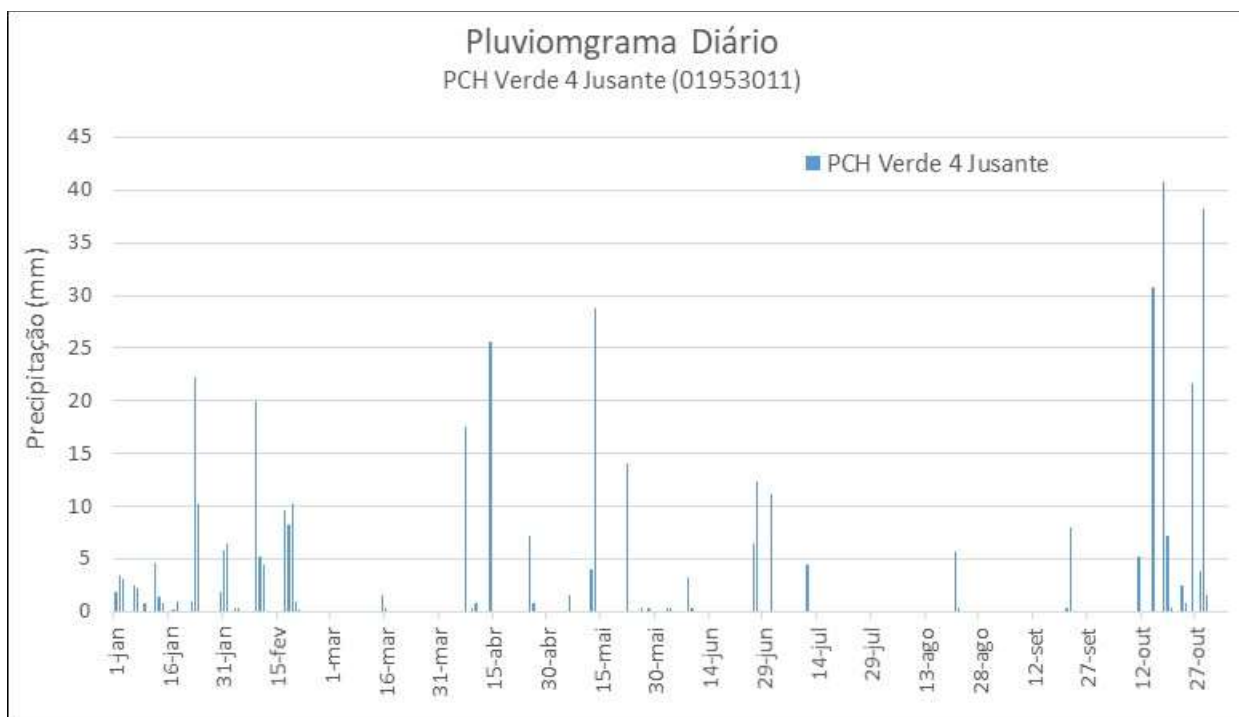


Figura 3.2 – Registros pluviométricos diários da estação Verde 4 Jusante do período de Janeiro a Outubro de 2020.

Para este presente ano, houve impossibilidade de apresentar a curva de dupla massa atualizada para análise de consistência pluviométrica devido à escassez de dados de chuva das estações de apoio, então mostra-se nas Figuras 3.3 e 3.4 as consistências dos anos anteriores com uma pequena quantidade de dados disponíveis no Hidroweb para estações de apoio até Maio de 2020.

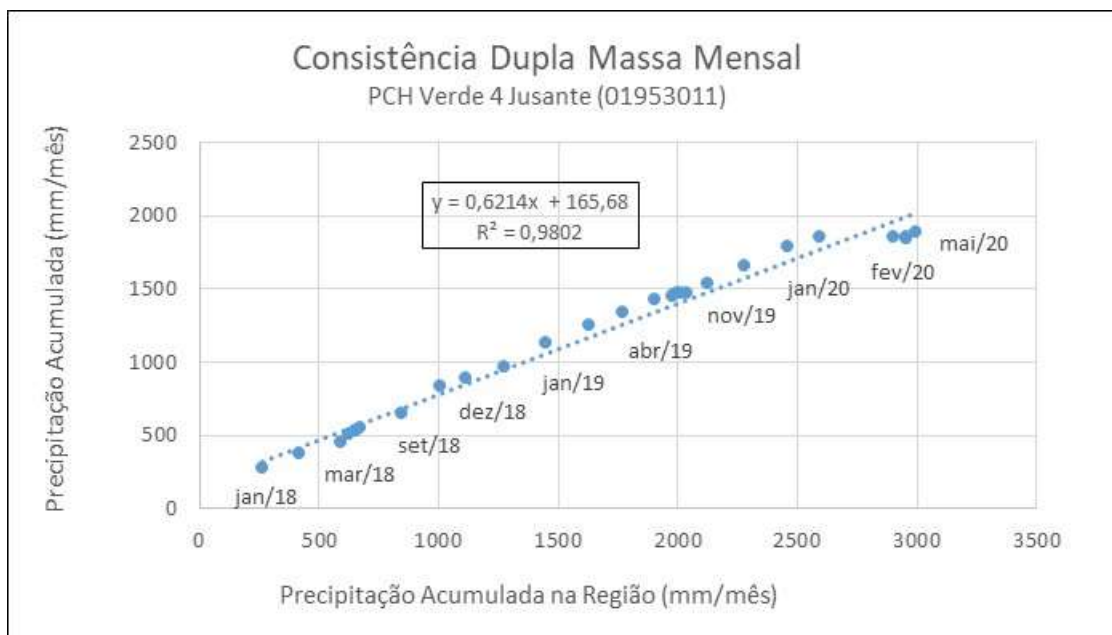


Figura 3.3 – Consistência dos totais mensais acumulados até maio de 2020.

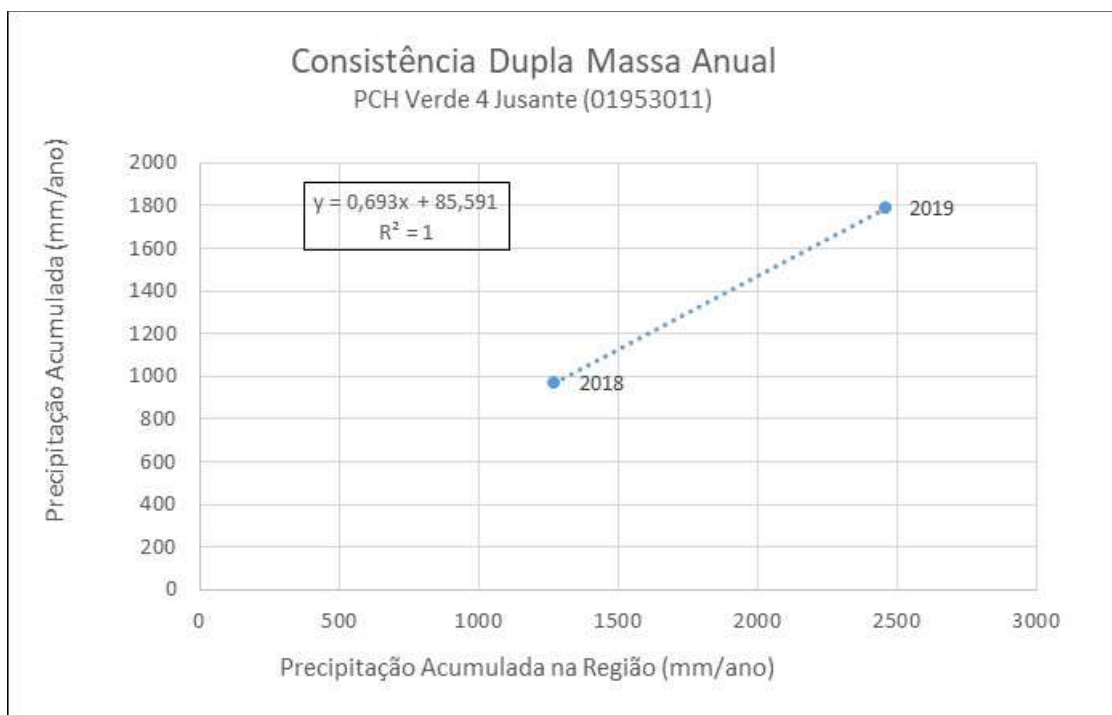


Figura 3.4 – Consistência dos totais anuais acumulados dos anos de 2018 e 2019.



## 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.

Para esse primeiro semestre estavam programadas três campanhas hidrométricas a serem realizadas em ambos os postos fluviométricos, com 3 medições em Verde 4 Jusante. As medições foram então realizadas nos meses de abril, julho e agosto.

Na Figura 4 são apresentadas algumas fotos obtidas durante as medições realizadas em janeiro e outras inspeções telemétricas.





Figura 4 – Imagens obtidas ao longo do 1º semestre de campanhas de 2020 na PCH Verde 4 Jusante.



### 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:

$$Q = 26,9698 (H - 0,32)^{1,725} \quad \text{Para } 1,0 \text{ m} < H < 3,5 \text{ m}$$

A curva de sedimentos totais da Figura 5 é preliminar e apresenta grande dispersão de pontos, parecendo indicar a existência de uma tendência central. A tendência mais representativa a regressão e que possui um bom ajuste foi dada pela seguinte equação:

$$DST = 1e^{-6} Q^{4,4746}$$

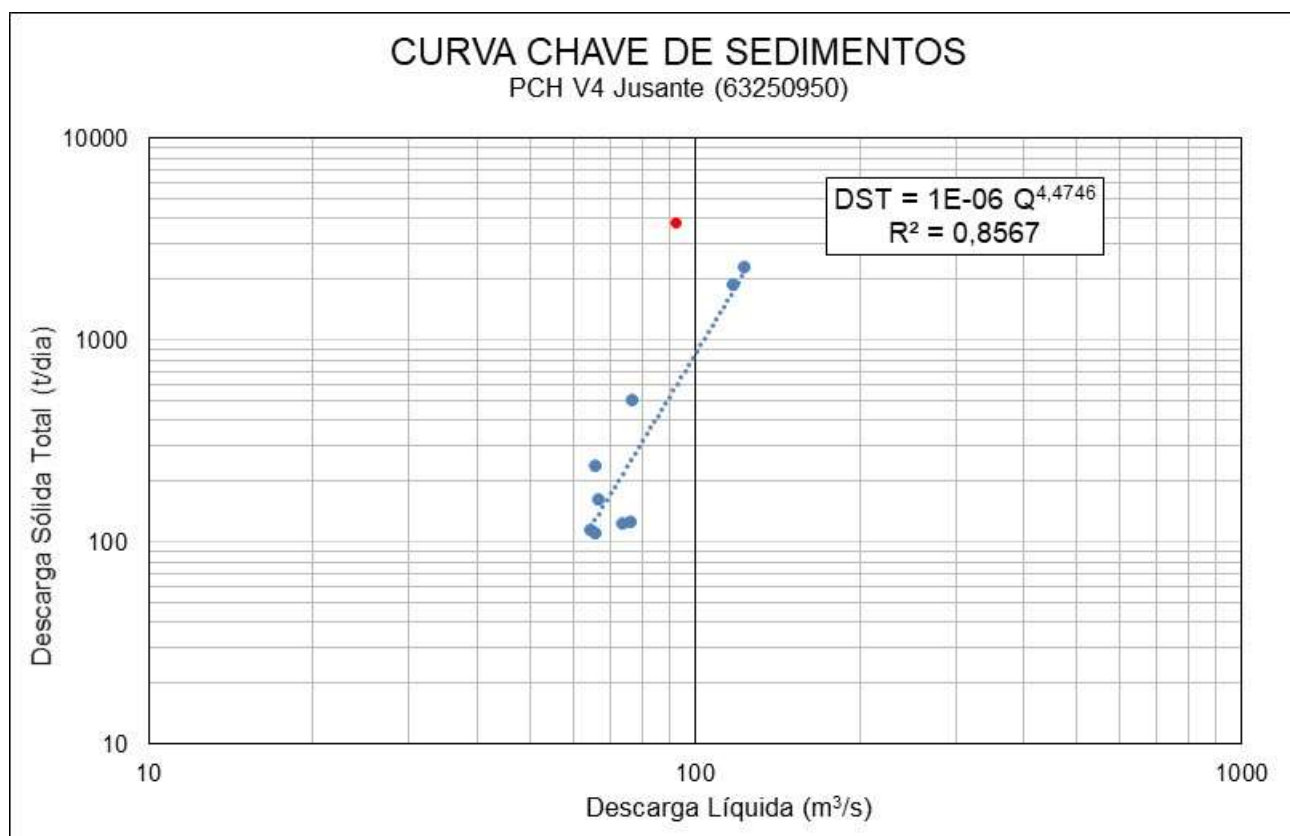


Figura 5 – Curva Chave de Sedimentos com grande dispersão – Verde 4 Jusante.

As Figuras 6 e 7 apresentadas a seguir foram obtidas a partir de laudos laboratoriais que analisaram as características do material de leito coletado durante as campanhas hidrométricas.

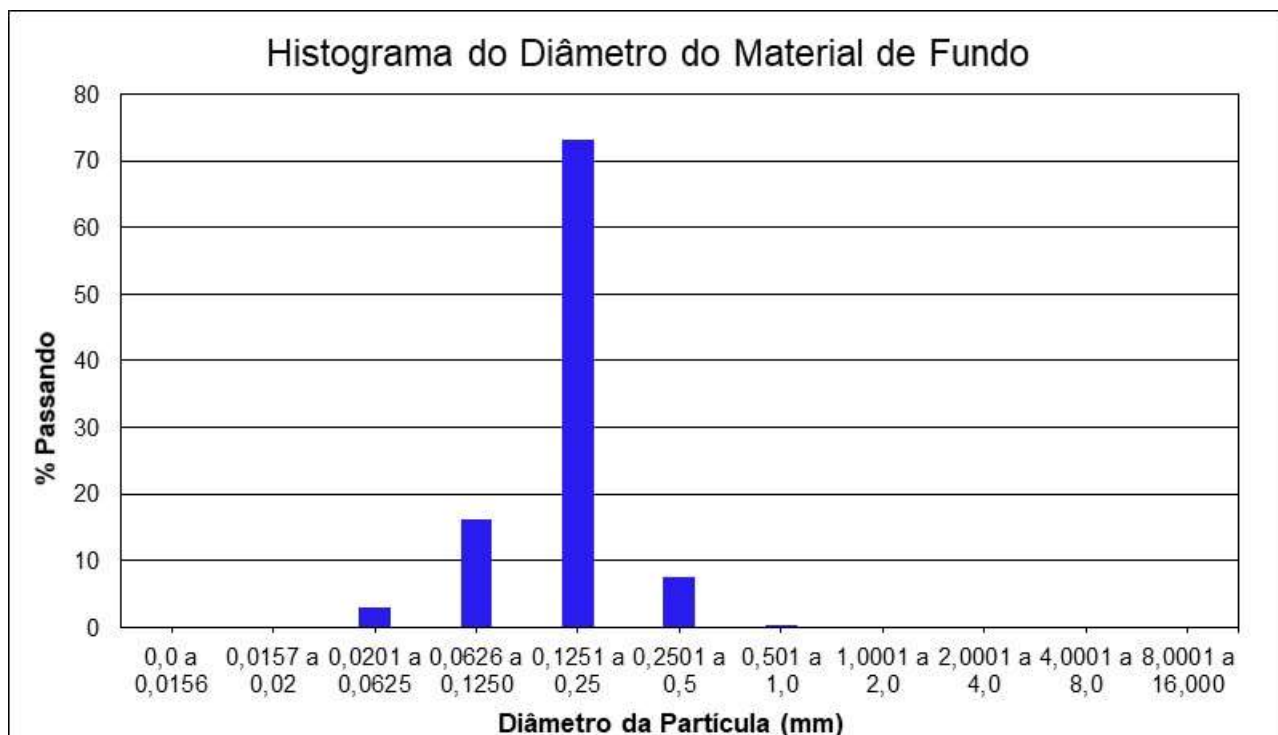


Figura 6 – Histograma do diâmetro do material coletado de fundo na SM – Verde 4 Jusante.

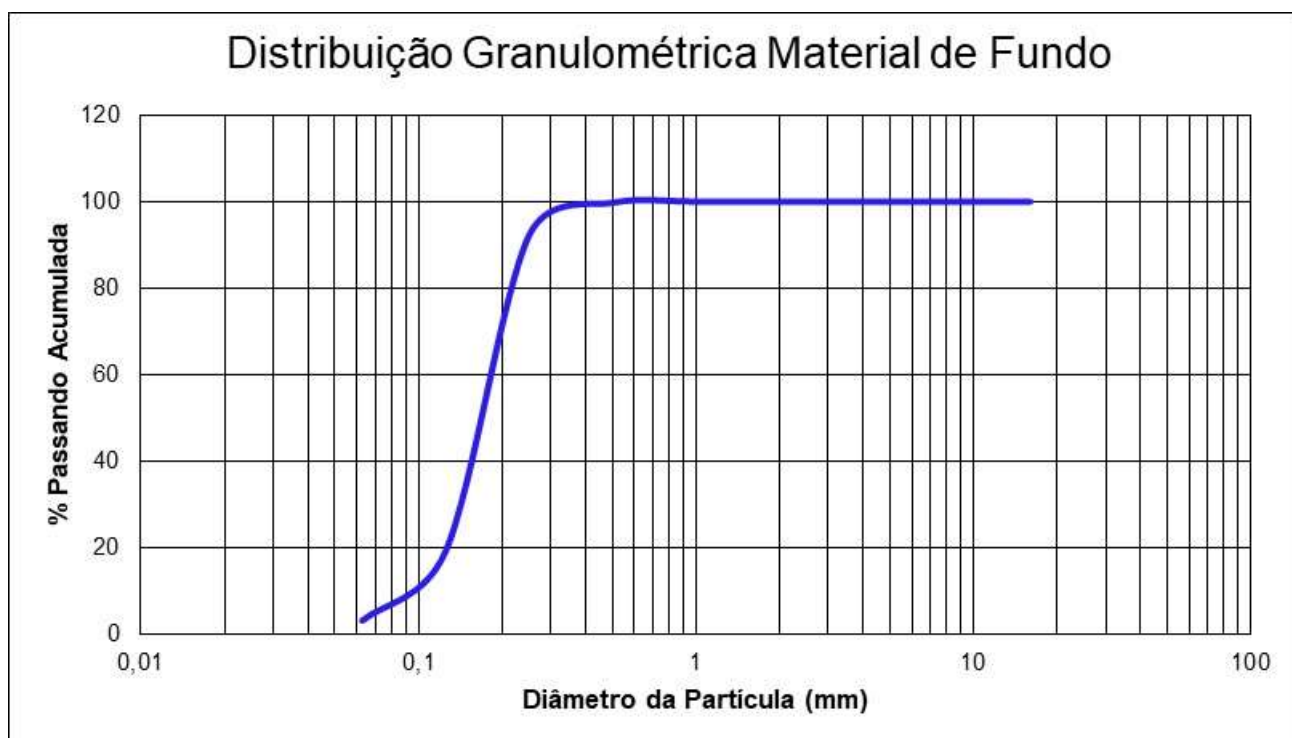


Figura 7 – Distribuição granulométrica do material de fundo coletado – Verde 4 Jusante.

A Figura 8 apresenta as vazões médias da estação Verde 4 Jusante durante os meses de Abril a Outubro, 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.

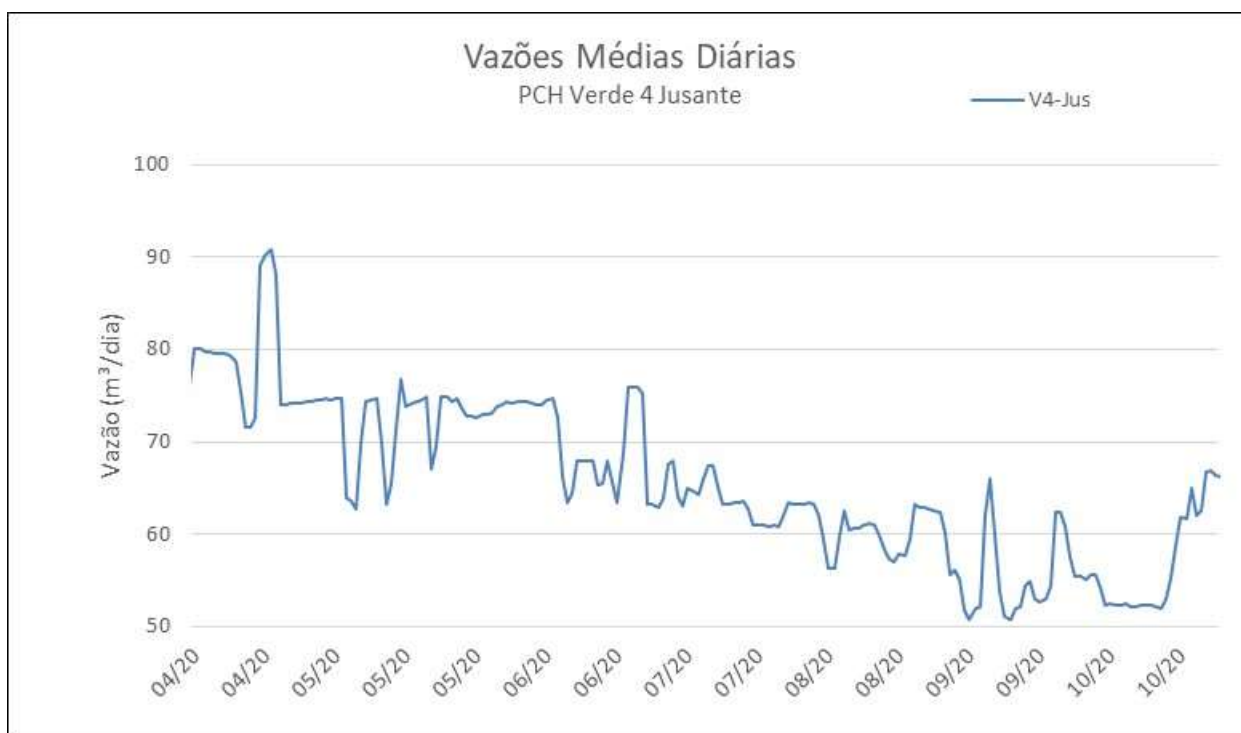


Figura 8 – Vazões médias diárias geradas pela relação da curva chave adotada em Verde 4 Jusante.



---

## 6. CONCLUSÃO

Após sua readequação no mês de dezembro de 2018 a estação de Verde 4 Jusante, mantiveram-se operantes e com registros bem robustos, porém durante os 3 primeiros meses de 2020 os dados não puderam ser utilizados por terem uma péssima congruência. Já em Verde 4 Barramento teve-se uma excelente aquisição de dados qualificados. A qualidade dos registros fluviométricos evidenciam 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 de 2018 não obtém uma boa correlação. Porém como não foram disponibilizados os totais mensais de todos os postos de apoio esse fato só será confirmado no próximo relatório.

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.



1. Responsável Técnico

**RONALD EUGENIO MANZ**

Título profissional:

**GEOGRAFO**

Empresa Contratada: **OVERTECH MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS DE TELEMETRIA E  
HIDROMETEOROLOGIA LTDA. - EPP**

RNP: **1712103202**

Carteira: **PR-132173/D**

Registro/Visto: **49779**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SAVANA GERACAO DE ENERGIA S.A**

CNPJ: **11.151.033/0002-30**

FAZ. BARRAGEM RODOVIA 357, KM 85  
DISTRITO SEDE - RIBAS DO RIO PARDO/MS 79180-000

Contrato: **65/2020**

Celebrado em: **19/10/2020**

Valor: **R\$ 15.750,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira**

3. Dados da Obra/Serviço

R LONDRINA, 1046  
SL01 COUNTRY - CASCAVEL/PR 85812-050

Data de Início: **19/10/2020** Previsão de término: **30/11/2020**

Finalidade: **Ambiental**

Proprietário: **SAVANA GERACAO DE ENERGIA S.A**

CNPJ: **11.151.033/0002-30**

4. Atividade Técnica

Elaboração

[Análise, Coleta de dados, Interpretação, Monitoramento] de *diagnóstico de bacias hidrográficas*  
[Análise, Coleta de dados, Interpretação, Monitoramento] de *pluviometria*

Quantidade

Unidade

1,00

SERV

1,00

SERV

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

COLETA E ANÁLISE DE DADOS HIDROSEDIMENTOMÉTRICOS E ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO PARA IMASUL

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Cascavel Local, 30 de novembro data de 2020

Ronald Eugenio Manz  
RONALD EUGENIO MANZ - CPF: 007.405.839-80

L. Oliveira

SAVANA GERACAO DE ENERGIA S.A - CNPJ: 11.151.033/0002-30

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br).

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.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.

Acesso nosso site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br)  
Central de atendimento: 0800 041 0067



**CREA-PR**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R\$ 233,94

Registrada em : 27/11/2020

Valor Pago: R\$ 233,94

Nosso número: 2410101720205348533

