

SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

PROGRAMAS AMBIENTAIS

PCH VERDE 4

**RELATÓRIOS TÉCNICOS
PRIMEIRO SEMESTRE DE 2021**

**ÁGUA CLARA – MS
AGOSTO DE 2021**

SUMÁRIO

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

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

PCH Verde 4 - Savana Geração de Energia S.A

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

CNPJ: 11.151.033/0001-59

LO 481/2018 – Processo 23/100758/2011

INTRODUÇÃO

Este documento apresenta as informações das atividades realizadas 1º semestre de 2021, 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:

Programa Ambiental	Responsável Técnico
Gestão Ambiental	Rosa Helena da Silva (Bióloga – CRBio: 086063/01-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, Perifíton, Ictiofauna e Macrófitas	José Milton Longo (Coordenador, Macrófitas- Biólogo CRBio: 23.264/01-D) José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador- Biólogo CRBio: 18.769/01-D) Fábio Ricardo da Rosa (Zooplâncton, Bentos e Ictiofauna- Biólogo CRBio: 40.701/01-D) Iola Reis Lopes (Fitoplâncton e Perifíton- Bióloga CRBio: 064020/01-D) Mariana da Silva Oliveira (Coleta de dados- Bióloga CRBio: 120184/01-D) Daniele Louise Cesquin Campos (Bióloga - CRBio: 100.877/01-D)
Subprograma de Ictioplâncton	José Milton Longo (Coordenador - Biólogo CRBio: 23.264/01-D) José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador- Biólogo CRBio: 18.769/01-D)

	Fábio Ricardo da Rosa (Ictioplâncton- Biólogo CRBio: 40.701/01-D) Mariana da Silva Oliveira (Ictioplâncton - Bióloga CRBio: 120184/01-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)	Rosa Helena da Silva (Bióloga – CRBio: 086063/01-D)
Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório abrangendo Hidrossedimentológico, Batimétrico	Controle de Processos Erosivos (Empresa Acari Sustentabilidade) Rosa Helena da Silva (Bióloga- CRBio 086063/1-D) Hidrossedimentologia (Empresa Overtech) Edgar Posser Junior (Hidrossedimentometria - Eng. Agrícola CREA-PR 136690/D) Topobatimetria (Empresa Medeiros dos Santos) Rogério Silva dos Santos – Eng. Agrônomo Douglas Fonseca – Auxiliar de Topografo.

1. GESTÃO AMBIENTAL

A Gestão Ambiental tem sido executada de forma contínua, onde é feito o acompanhamento dos programas socioambientais presentes na LO nº 481/2018, com apresentação de relatório semestralmente. As atividades realizadas nos programas de monitoramento no período de janeiro a junho de 2021 estão apresentadas no relatório do Anexo 01 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 fevereiro e maio de 2021. Os resultados das campanhas realizadas estão apresentados no relatório do Anexo 02 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 2021. Os resultados da campanha estão apresentados no relatório do Anexo 03 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 fevereiro de 2021. Os resultados da campanha estão apresentados nos relatórios do Anexo 04 deste documento.

5. SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON

O monitoramento ambiental do Subprograma de Ictioplâncton tem sido executado mensalmente entre os meses de novembro e março (período da piracema na região), de acordo com a LO nº 481/2018. As campanhas foram realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2020, e janeiro, fevereiro e março de 2021. Os resultados das campanhas foram apresentados no relatório consolidado protocolado junto ao IMASUL em 30/04/2021, conforme o Anexo 05 deste documento.

6. 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 2021. Os resultados da campanha estão apresentados no relatório do Anexo 06 deste documento.

7. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)

As atividades do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (obras civis) têm sido executadas de forma contínua com elaboração semestral do relatório de monitoramento, de acordo com a LO nº 481/2018. A vistoria técnica das áreas do PRADE foi realizada no mês de maio de 2021. Os resultados da vistoria estão apresentados no relatório do Anexo 07 deste documento.

8. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROÇÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO

O monitoramento ambiental do Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório abrangendo Hidrossedimentológico, Batimétrico têm sido executado semestralmente, de acordo com a LO nº 481/2018. A campanha do monitoramento de processos erosivos foi realizada no mês de maio de 2021 e as campanhas dos monitoramentos hidrossedimentométricos e batimétricos foram realizadas em abril e junho de 2021. Os resultados das campanhas estão apresentados nos relatórios do Anexo 08 deste documento.

ANEXO 01
GESTÃO AMBIENTAL



GESTÃO AMBIENTAL

PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A.

Água Clara - MS

Agosto de 2021



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

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR	3
1.1. EMPREENDEDOR	3
1.2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO.....	3
2. APRESENTAÇÃO	4
3. INTRODUÇÃO	4
4. OBJETIVOS.....	4
5. ATENDIMENTO ÀS CONDICIONANTES.....	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	6
5.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADE AQUÁTICA: ABRANGENDO OS GRUPOS ZOOPLÂNCTON, FITOPLÂNCTON, BENTOS, PERIFÍTON, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS.....	7
5.4. SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON.....	10
5.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE ABRANGENDO OS GRUPOS: MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA E AVIFAUNA..	11
5.6. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)	14
5.7. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO.....	15
6. PROTOCOLOS JUNTO AO IMASUL.....	18
7. ANEXOS	18

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

E-mail: atendimento@acariambiental.com.br

Tel.: (67) 3222-6201

1.3. RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO



Rosa Helena da Silva

Bióloga Responsável

CRBio 086063 – 1ª Região



2. APRESENTAÇÃO

Este documento descreve as atividades realizadas no 1º semestre de 2021 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 Socioambientais	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, Perifiton, Ictiofauna e Macrófitas	Semestral	Semestral
Subprograma de Ictioplâncton	Mensal (nov. a março)	Em 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 2021:

5.1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.1.1. Objetivos

Medir e verificar os 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.

Monitorar os 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.

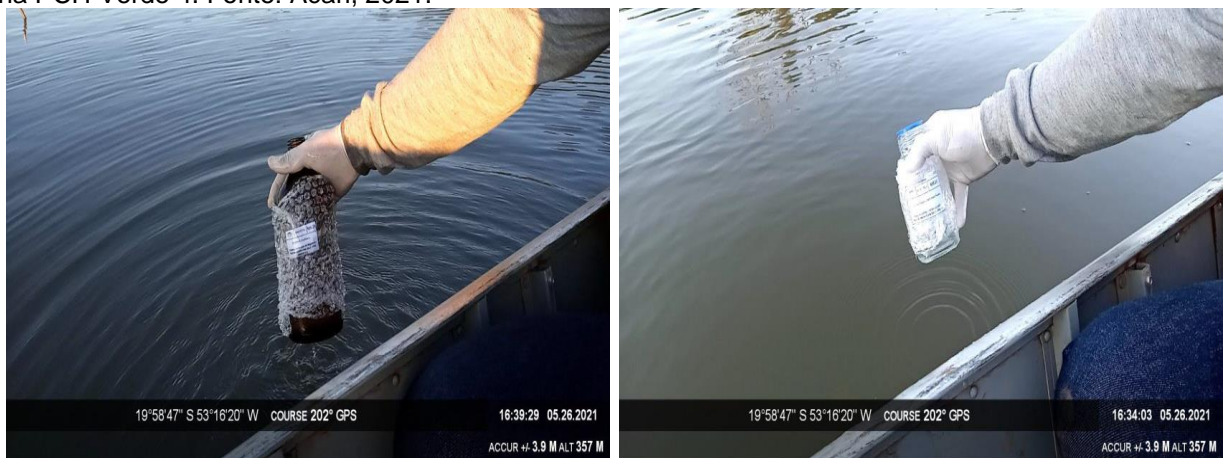


5.1.2. Resultados

Nas campanhas realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2021 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, com exceção do Fósforo Total no P02 (reservatório) em fevereiro de 2021, devido provavelmente ao revolvimento do sedimento no leito do rio em função do aumento da vazão, em consequência da maior vazão em fevereiro/2021 ter ocorrido no dia anterior à coleta de água, deslocando o fósforo total decantado, influenciando assim no aumento da concentração desta variável na coluna de água desde a montante até a jusante.

O IET atestou a classe “Oligotrófico” 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. Fonte: Acari, 2021.



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 2021 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 3).

Figura 2 – Procedimentos de medição do nível d'água e de coleta de água dos poços de monitoramento. Fonte: Acari, 2021.



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

5.3.1. Objetivos

- Realizar 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;

- Monitorar os 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 fevereiro de 2021 a comunidade fitoplanctônica apresentou uma riqueza regional total de 17 táxons fitoplanctônicos pertencente as classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Cyanobacteria e Euglenophyceae. 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 (Figura 3).

A comunidade zooplanctônica em fevereiro de 2021 apresentou riqueza de 19 formas ou táxons. O registro de densidade e riqueza intermediárias, bem como composição semelhante às campanhas anteriores indica continuidade nas condições ambientais. Não houve táxon dominante, resultando em índices de equidade e diversidade intermediários.

A comunidade perifítica na campanha de fevereiro de 2021 apresentou riqueza regional igual a 65 táxons, dos quais 27 pertencem a classe Cyanobacteria e 12 à classe Chlorophyceae. A comunidade indica condições oligotróficas da água em todas as campanhas realizadas até então. Alguns ambientes apresentam uma comunidade estável em composição e estrutura ao longo do tempo, porém muitas alterações são encontradas em outros. Devido ao reduzido número de campanhas, ainda não foi possível observar padrões ou causas destas modificações.

A comunidade de zoobentos na campanha de fevereiro de 2021 apresentou 22 táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 1365 indivíduos por metro



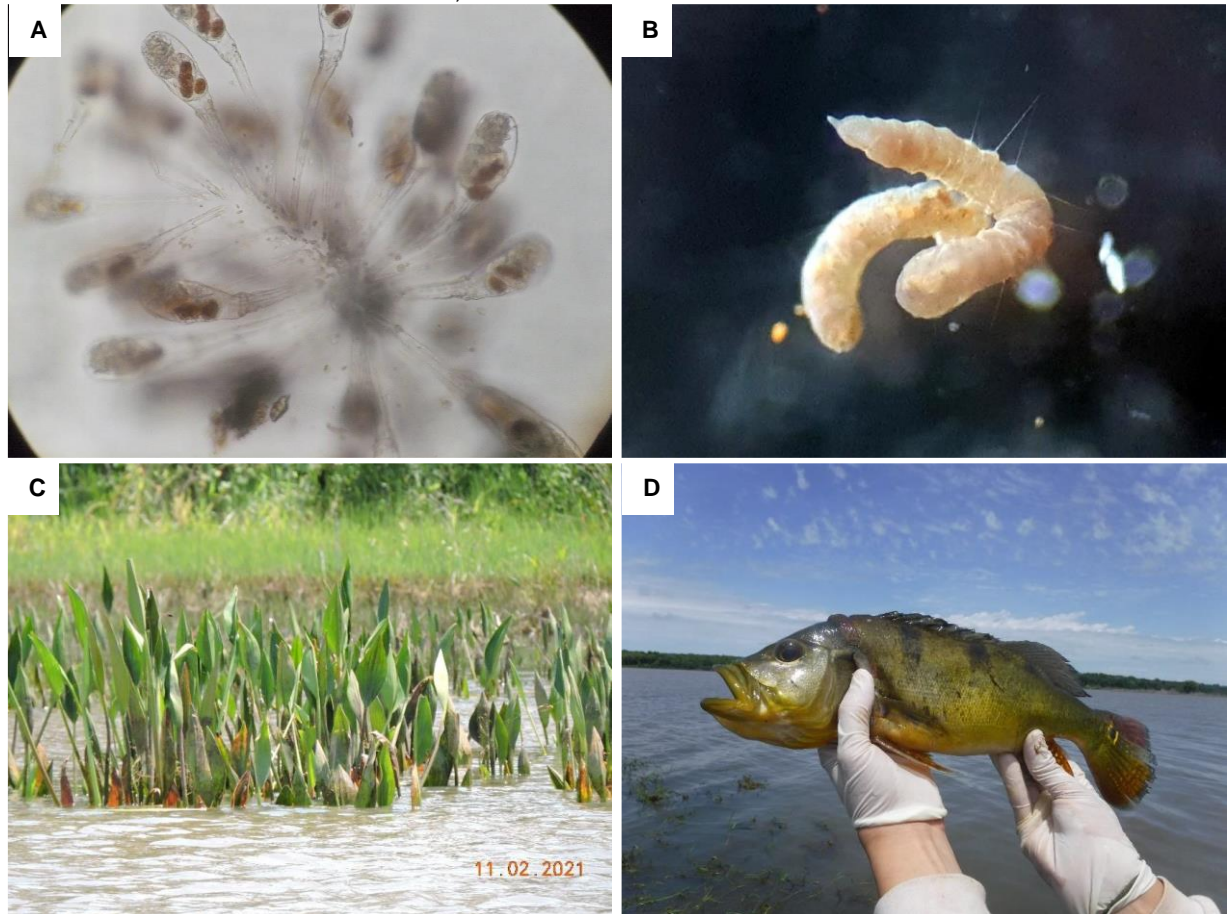
quadrado de substrato. Os valores de riqueza taxonômica, de densidade zoobentônica e os índices de diversidade de Shannon foram intermediários em comparação às campanhas anteriores.

Durante a campanha de fevereiro de 2021 a comunidade de macrófitas aquáticas apresentou 13 espécies, distribuídas em 08 famílias e 09 gêneros. Até o momento não foram registrados baceiros e bancos de macrófitas no reservatório.

Para a Ictiofauna foram registradas diretamente 40 espécies de peixes no monitoramento da PCH Verde 4. (Figura 3). Somando esses registros secundários aos dados primários do monitoramento, obtêm-se 44 espécies de peixes registradas na área da PCH. 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 (ICMBio, 2018) e a IUCN Red List (2021). Nenhuma espécie é endêmica especificamente da sub-bacia do rio Verde.



Figura 3 – A: *Bosminiopsis deitersi* (Cladocera, zooplâncton); **B:** Exemplar de Naididae (Oligochaeta, zoobento), **C:** *Sagittaria rhombifolia* (macrófita), **D:** Exemplar de *Cichla kelberi* (tucunaré). Campanha de fevereiro de 2021. Fonte: Fibracon, 2021.



5.4. SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON

5.4.1. Objetivos

Relatar os métodos adotados e os resultados obtidos em cinco campanhas de monitoramento do ictioplâncton, em novembro e dezembro de 2020 e janeiro, fevereiro e março de 2021 na área da PCH Verde 4A e discutir os dados observados, comparando-os com o período reprodutivo anterior local e dados de outras regiões.

5.4.2. Resultados

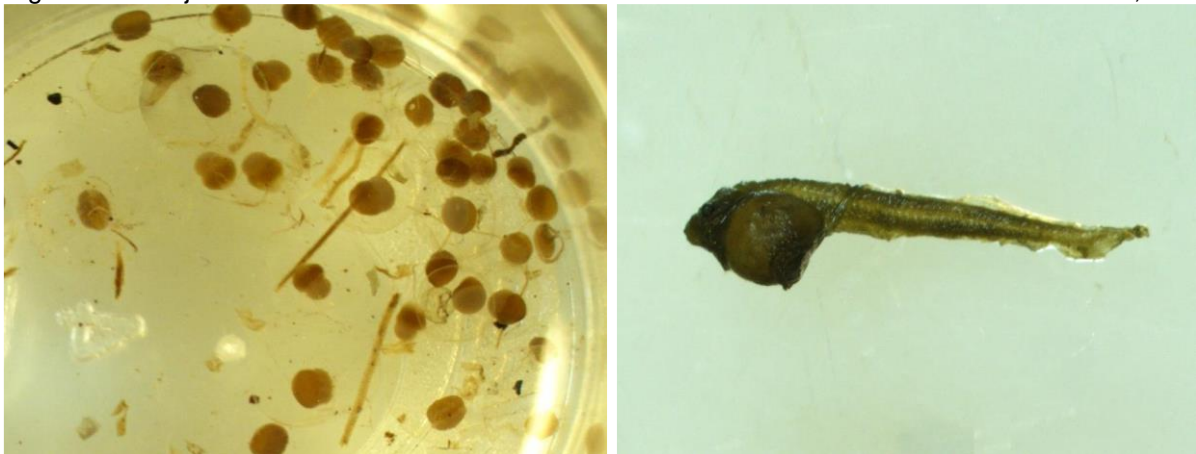
No conjunto das campanhas do período reprodutivo 2020-2021 foi realizado considerável esforço amostral, totalizando 1.000 metros cúbicos de água filtrada, enquanto na piracema 2019-2020 foram filtrados 2.763 m³ de água. Mesmo com o

menor esforço amostral nas campanhas de novembro de 2020 a março de 2021, houve muito mais registros em comparação ao respectivo período de 2019 a 2020.

Os registros ocorreram em apenas uma parte das amostras, concentrados à montante da PCH Verde 4A em janeiro de 2021, e secundariamente à jusante do empreendimento em fevereiro de 2021. Houve predomínio de ovos, a seguir larvas de Anostomidae (piaus”) e larvas de *Hoplias* sp. (“traíra”). Quando esses registros foram apresentados em densidade padronizada, representaram entre zero e 4,4 indivíduos/10m³, observa-se valores relativamente altos em comparação às piracemas anteriores locais.

A boa representatividade de larvas de Anostomidae (“piaus”) indica a funcionalidade dos ambientes monitorados como sítio de desova natural para parte das espécies que realizam médias e eventualmente longas migrações reprodutivas.

Figura 4 – Ovos em estágios iniciais de desenvolvimento e Larva de Anostomidae em fase pré-flexão, registrados em janeiro de 2021 na amostra obtida à montante da PCH Verde 4A. Fonte: Fibracon, 2021.



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

5.5.1. 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.

5.5.2. Resultados

Durante a campanha de fevereiro de 2021 foram registrados 199 indivíduos, distribuídos em três ordens, 11 famílias, 17 gêneros e 26 espécies da herpetofauna, sendo 17 anfíbios e 09 répteis. Destas espécies, 05 anfíbios são endêmicos do Bioma Cerrado. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas atuais. Durante a campanha não houve acréscimos de novos registros para as áreas monitoradas, permanecendo em 46 o número de espécies da herpetofauna registradas no empreendimento (Figura 5).

Figura 5 – Representantes da herpetofauna, Sapo-grilo (*Chiasmocleis albopunctata*) (à esquerda) e cobra-cega (*Amerotyphlops brongersmianus*) (à direita), registrados em fevereiro/2021. Fonte: Fibracon, 2021.



Para o monitoramento da avifauna foram registradas 105 espécies. Destas, derivam-se 22 ordens, dentre estas a dos Passeriformes é mais representativa com 42% das espécies registradas. Destas espécies, 06 são endêmicas do Bioma Cerrado. Uma espécie registrada nesta campanha está listada como vulnerável a extinção (VU), de acordo com a IUCN (2021). O mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*) é uma espécie que sofre com o desmatamento e a pressão de caça. O papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) é endêmico do Cerrado e possui o status de Quase Ameaçado de Extinção segundo a IUCN e o ICMBio, sendo uma ave típica das regiões secas e centrais do país (Figura 6).

Figura 7 – Espécies da avifauna registradas: Gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) (esquerda) e Papagaios (*Amazona aestiva*) (direita), na campanha de fevereiro de 2021. Fonte: Fibracon, 2021.



Com relação aos mamíferos não-voadores, foram encontradas 21 espécies em fevereiro de 2021, distribuídas em 07 ordens e 14 famílias (Figura 7). Considerando as espécies registradas para esta campanha, 05 encontram-se classificadas em alguma categoria de ameaça tanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2021).

Figura 8 – Exemplos da mastofauna: jaguatirica (*Leopardus pardalis*, esquerda); Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*, direita), registrados na campanha de fevereiro de 2021. Fonte: Fibracon, 2021.



5.6. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)

5.6.1. 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.

5.6.2. Resultados

De acordo com as vistoria realizada em maio de 2021, em geral foi constatado o crescimento de plantas observadas em junho de 2020 e o desenvolvimento de gramíneas provenientes do banco de sementes, existente ou semeada. No entanto são recomendadas ações pontuais de replantio de áreas desnudas suscetíveis a erosão (Figura 8).

Figura 8 – Imagem aérea da área antigamente ocupada pelas estruturas da rampa de lavagem e oficina e posto de combustível. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



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

5.7.1. 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.

Sedimentométrico/Topobatimétrico

Levantamento topobatimétrico das cinco seções instaladas para monitoramento sedimentométrico e avaliação do processo de assoreamento.



5.7.2. Resultados

Processos Erosivos

No decorrer da vistoria realizada no mês de maio de 2021, foi observado que medidas corretivas e preventivas foram adotadas pelo empreendedor, tais como: manutenção das canaletas para drenagem pluvial, preservação e isolamento das APP's e cascalhamento das estradas e acessos internos.

No entanto, recomenda-se intervenções de caráter leve, como uso de maquinário para aterramento e correção dos desníveis presentes, assim como a manutenção do plantio na margem do reservatório (área 1, ponto 1). Nas margens, recomenda-se a manutenção e a revegetação das áreas desnudas para evitar o aparecimento e aumento de focos erosivos, principalmente nos períodos chuvosos. (Figura 10).

Figura 9 – Canaletas de escoamento e talude de contenção da PCH Verde 4. Fonte: Acari, 2021.



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 evidencia sua robustez. Na análise comparativa pluviométrica regional, após a consistência, pode ser observado um alto coeficiente de correlação dos totais mensais registrados em relação as

estações do empreendimento PCH Verde 4, mas em relação com a média regional registrada no 1º semestre 2021 não obtém uma boa correlação, mas tais dados serão reavaliados no próximo relatório.

Na área de sedimentometria tem-se resultados satisfatórios para o posto de Jusante, com um excelente coeficiente de determinação. O histórico do posto obteve um bom ajuste da equação, sendo as últimas amostragens selecionadas para gerar a equação utilizada nos cálculos. Atenta-se para a variação de nível diária, por se tratar de um posto à jusante do empreendimento, assim ocasionando oscilações de vazões e dificuldade de estimar dados sedimentométricos com precisão.

Na análise comparativa fluviométrica entre as estações do empreendimento PCH Verde 4, as estações obtiveram uma forte correlação entre elas, após as readequações e pequenas correções pontuais da estação telemétrica (Figura 10).

Figura 10 – Imagens obtidas nas campanhas hidrométricas realizadas no 1º semestre de 2021. Fonte. Overtech, 2021.



Sedimentométrico/Topobatimétrico

Na campanha de junho de 2021, após a geração dos perfis das seções topobatimétricas ficou visível a conformação do leito do reservatório nos pontos monitorados apresentando uma forte tendência na estabilidade do material de fundo, o qual não apresentou acúmulos ou movimentação substanciais.

O mapeamento aerofotogramétrico da montante do reservatório gerou a imagem atualizada que está sendo fornecida pelo Grupo MS. Com este produto foi possível

observar que o não houve acumulo de material visível com relação a imagem do 1º semestre de 2020 (Figura 11).

Figura 11 – Comparativo Aerofotogramétrico de assoreamento em um ponto do reservatório, entre junho/2020 e junho/2021. Fonte. Medeiros dos Santos, 2021.



6. PROTOCOLOS JUNTO AO IMASUL

A Tabela 2 apresenta as informações dos protocolos realizados no 1º semestre de 2021. Os protocolos constam no Anexo 02 deste relatório.

Tabela 2 – Protocolos da PCH Verde 4 realizados no 1º semestre de 2021. Fonte: Elera Renováveis, 2021.

Protocolo N°	Data de Protocolo	Assunto
71 / 015043 / 2021	30/04/2021	Relatório Anual de Atividades do Centro de Reprodução Induzida e Transposição de Espécies Reofilicas – CRI das PCHs Verde 4 e Verde 4A do ano de 2020/2021.
71 / 015044 / 2021	30/04/2021	Relatório do Subprograma de Ictioplâncton da PCH Verde 4
71 / 016861 / 2021	14/05/2021	Relatórios dos Programas Ambientais do 2º semestre de 2020 da PCH Verde 4

7. ANEXOS

ANEXO 01 – ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANEXO 02 – PROTOCOLOS REALIZADOS DURANTE O 1º SEMESTRE DE 2021.

**ANEXO 01 –
ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**



Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/04217
CONTRATADO			
2.Nome: ROSA HELENA DA SILVA		3.Registro no CRBio: 086063/01-D	
4.CPF: 408.824.541-53	5.E-mail: rosahelenna@gmail.com		6.Tel: (67)99626-4547
7.End.: MARCILIO DIAS 160		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA OLINDA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79060-240
CONTRATANTE			
13.Nome: ACARI – ACARI AMBIENTAL EIRELI			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 10.763.667/0001-08	
16.End.: RUA PADRE JOAO CRIPPA 2552			
17.Compl.:		18.Bairro: MONTE CASTELO	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79010-180	22.E-mail/Site: atendimento@acariambiental.com.br	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4 - SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A., ÁGUA CLARA /MS. - PROCESSOS EROSIVOS, - GESTÃO AMBIENTAL.			
25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: INDIVIDUAL		28.Perfil da equipe:	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DOS MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA AVALIAÇÃO DE CADA PROGRAMA, MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO E PRODUÇÃO DE RELATÓRIO FINAL A SER PROTOCOLADO JUNTO AO ÓRGÃO AMBIENTAL.			
32.Valor: R\$ 10.000,00	33.Total de horas: 90	34.Início: JAN/2020	35.Término: JAN/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:01/01/2020		Data:	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
<i>RSilva</i>		<i>Jaqueline Gama</i>	
CRBio-01			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data:30/01/2022	Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do Profissional
	<i>RSilva</i>		
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1868.3437.4065.4692

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br



**Savana Geração de
Energia S.A.**

**ANEXO 02 –
PROTOCOLOS REALIZADOS DURANTE O 1º SEMESTRE DE 2021.**





ER 525/2021 Campo Grande, 25 de abril de 2021.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL
PROCESO: 71/400836/2018
RECEBIMOS: 30/04/2021
Oliverio
ANALISTA DE MEIO AMBIENTE
Agência Estadual de Meio Ambiente
Estado de Mato Grosso do Sul

Ao
INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL
Rua Des. Leão Neto do Carmo, Bl.06, P. dos Poderes

■

Ref.: Relatório Anual de Atividades do Centro de Reprodução Induzida e Transposição de Espécies Reofílicas – CRI das PCHs Verde 4 e Verde 4A do ano de 2020/2021.
Processo: 71/400836/2018

SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A inscrita no CNPJ sob o nº 11.151.033/0001-59, com endereço à Avenida Almirante Júlio de Sá Bierrenbach nº 200, Ed. Pacific Tower, Bloco 02, 2º e 4º andar, de sala 201 a 204 e 401 a 404, Bairro Jacarepaguá, CEP 22.775-028 na cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, vem, por meio desta, na qualidade de proprietária do empreendimento denominado Pequena Central Hidrelétrica ("PCH") Verde 4, encaminhar o Relatório Anual de Atividades do Centro de Reprodução Induzida e Transposição de Espécies Reofílicas – CRI, referente às atividades executadas nos meses de novembro, dezembro de 2020; janeiro a março de 2021, em atendimento a condicionante nº 10 da AA 041/2018,, emitida por esse IMASUL.

A SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA aproveita para colocar-se à disposição de Vossa Sa. e renovar os votos de estima e consideração.


Larissa Figueiredo de Oliveira
Analista de Meio Ambiente
Elera Renováveis
larissa.oliveira@elera.com
(87) 3047-4899 Ramal 74899

Rua Quinze de Novembro, 2550, Sala 502
Centro Empresarial Oca Office - Jardim dos Eucaliptos
79020-100 - Campo Grande - MS
www.elera.com



ER 523/2021

Campo Grande, 25 de abril de 2021.

Ao

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL
Rua Des. Leão Neto do Carmo, Bl.06, P. dos Poderes

71/015044/2021

30/04/2021

ANALISTA

Gestão Ambiental

Saviana Geração de Energia S.A.

www.elerar.com

Ref.: Relatório do Subprograma de Ictioplâncton da IPCH Verde 4
Processo: 71/400636/2018

SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A inscrita no CNPJ sob o nº 11.151.033/0001-59, com endereço à Avenida Almirante Júlio de Sá Bierrenbach nº 200, Ed. Pacific Tower, Bloco 02, 2º e 4º andar, de sala 201 a 204 e 401 a 404, Bairro Jacarepaguá, CEP 22.775-028 na cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, vem, por meio desta, na qualidade de proprietária do empreendimento denominado Pequena Central Hidrelétrica ("PCH") Verde 4, **encaminhar o relatório do Subprograma de Ictioplâncton, referente às atividades executadas nos meses de novembro, dezembro de 2020; janeiro a março de 2021, em atendimento a condicionante nº 03 da LO 481/2018, emitida por esse IMASUL.**

A **SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA** aproveita para colocar-se à disposição de Vossa Sa. e renovar os votos de estima e consideração.

Larissa Figueiredo de Oliveira

Analista de Meio Ambiente
Elera Renováveis
larissa.oliveira@elera.com
(67) 3047-4899 Ramal 74899

Rua Quinze de Novembro, 2550, Sala 902
Centro Empresarial One Offices - Jardim dos Estados
75020-300 - Campo Grande - MS
www.elerar.com





ER 582/2021

Campo Grande – MS, 14 de maio de 2021.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MS - IMASUL

PROCESSO Nº 71/400636/2018

RECEBIDA EM 14/05/2021

Ao

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL

Gerência de Licenciamento Ambiental

Rua Des. Leão Neto do Carmo, Bl.06, P. dos Poderes


 ASSINADO
 Adriano Ferreira André
 Diretor de Licenciamento Ambiental
 (Des. 158/2018)

Ref.: **Relatório dos Programas Ambientais do 2º semestre de 2020 da PCH Verde 4**
Processo: 71/400636/2018

SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A inscrita no CNPJ sob o nº 11.151.033/0001-59, com endereço à Avenida Almirante Júlio de Sá Bierrenbach nº 200, Ed. Pacific Tower, Bloco 02, 2º e 4º andar, de sala 201 a 204 e 401 a 404, Bairro Jacarepaguá, CEP 22.775-028 na cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, vem, por meio desta, na qualidade de proprietária do empreendimento denominado Pequena Central Hidrelétrica ("PCH") Verde 4, **encaminhar os relatórios dos Programas Ambientais do 2º semestre de 2020, em atendimento a condicionante nº 03 da LO 481/2018**, emitida por esse IMASUL.

- Programa de Comunicação Social (dados anuais)
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais
- Programa de Monitoramento de Água Subterrânea
- Programa de Comunidades Aquáticas: monitoramento da Ictiofauna; monitoramento do Fitoplâncton, Zooplâncton, Zoobentos e Perifiton; monitoramento de Macrófitas.
- Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
- Programa de Reflorestamento da Faixa de Preservação Permanente (dados anuais)
- Programa de Monitoramento da Flora (dados anuais)
- Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento (incluindo batimetria e hidrossedimentologia)
- Programa de Monitoramento de Resíduos (dados anuais)

Além dos relatórios dos Programas Ambientais propostos no Plano Básico Ambiental- PBA, está apresentado o **Relatório Anual de Atividades do PACUERA 2020**, em atendimento a condicionante nº 9a da LO 481/2018.

Rua Quinze de Novembro, 2550, Sala 902
 Centro Empresarial One Offices - Jardim dos Estados
 79020-300 - Campo Grande - MS
www.enera.com



ANEXO 02

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

Julho de 2021



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

ÍNDICE

1.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR	3
2.	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	4
2.1.	APRESENTAÇÃO	4
2.2.	INTRODUÇÃO.....	4
2.3.	METODOLOGIA	4
2.3.1.	Localização dos pontos de amostragem	4
2.4.	PROCEDIMENTOS DE COLETA, PRESERVAÇÃO E ANÁLISE	6
2.4.1.	Coleta para análises dos parâmetros físico-químicos	6
2.4.2.	Coleta para análises dos parâmetros bacteriológicos e biológicos	7
2.4.3.	Índices de Qualidade da Água	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
2.5.1.	Vazões Defluentes	12
2.5.2.	Análises Físico-químicas	14
2.5.3.	Análises Bacteriológicas e Biológicas	31
2.5.4.	Índices de Qualidade da Água	36
2.5.4.1.	Índice de Estado Trófico (IET)	36
2.5.4.2.	Índice de Qualidade das Águas (IQA)	36
2.6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
2.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
2.8.	ANEXOS.....	42

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

E-mail: 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 fevereiro e maio de 2021, assim como os dados históricos do período de pós-enchimento, na PCH Verde 4, localizada no município de Água Clara, estado de Mato Grosso do Sul, em atendimento à condicionante nº 3 da Licença de Operação nº 481/2018 emitida pelo IMASUL/MS.

2.2. INTRODUÇÃO

O Monitoramento da Qualidade da Água é realizado através de análises dos parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos de amostras de água, com periodicidade 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

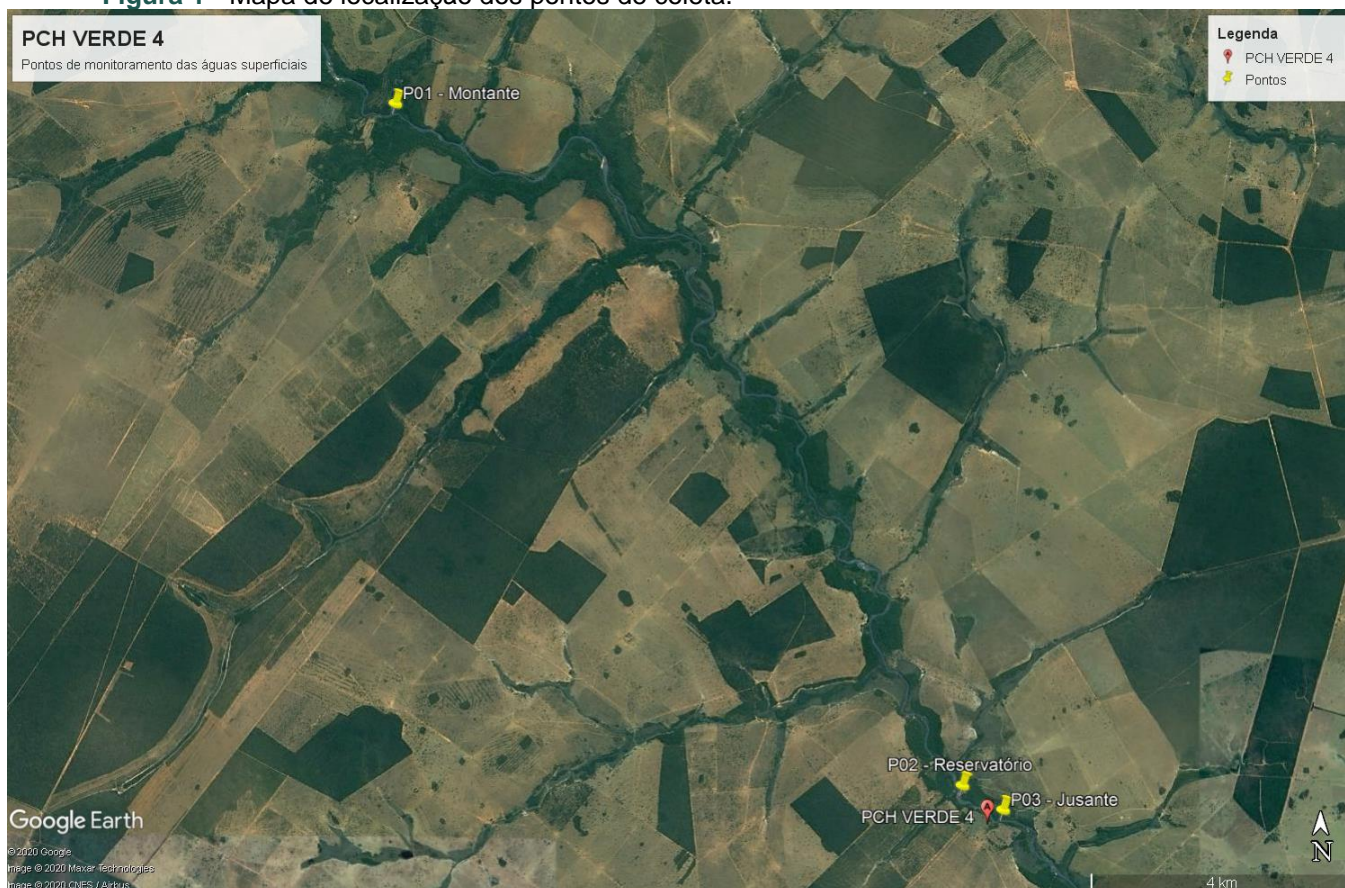
As amostras foram coletadas em três pontos preestabelecidos pela contratante. A Tabela 1 descreve as coordenadas geográficas e identificação dos pontos de amostragem, a Figura 1 apresenta o mapa de localização desses pontos e a Figura 2 ilustra os mesmos.



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 utilizando frasco de polietileno para análises físico-químicas.



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, Feofitina- e Cianobactérias

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

Figura 5 - Procedimento de amostragem dos parâmetros biológicos.



2.4.3. ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

2.4.3.1. Índice de Estado Trófico (IET)

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

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

Rios

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

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

Reservatórios

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

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

onde:

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

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

ln: logaritmo natural.

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

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

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

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

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
≤ 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)

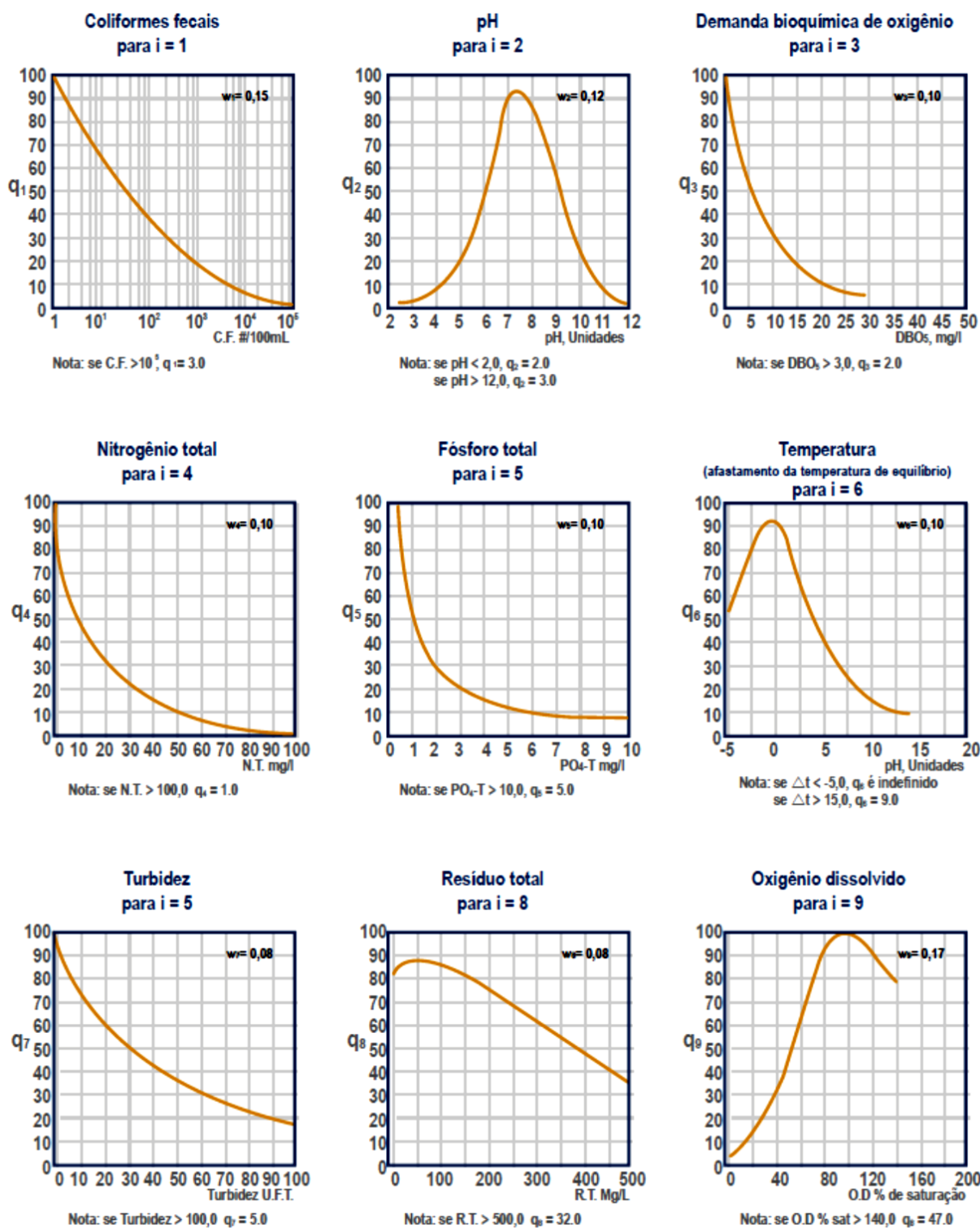
O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice 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

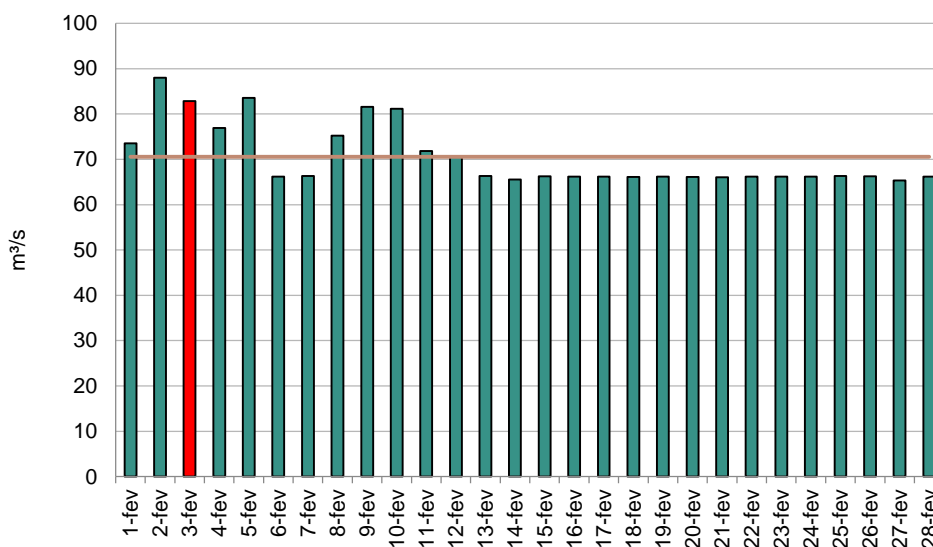


totais dissolvidos apresentam comportamento crescente na concentração com o aumento da vazão, em contrapartida os valores de pH apresentam tendência de decréscimo com o aumento da vazão (BARRETO *et al.*, 2014).

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).

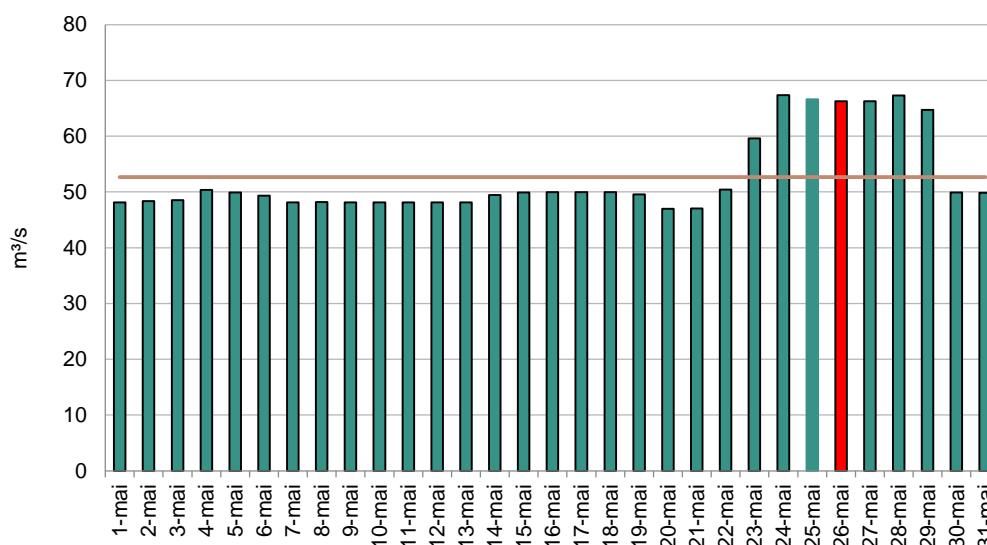
No mês de fevereiro a maior média diária foi registrada no dia 02/03 com 87,98 m³/s e a menor média em 27/02 com 65,31 m³/s. No período da coleta de água (03/02) a média da vazão defluente foi de 82,83 m³/s, 17,4% maior que a média mensal de 70,53 m³/s (Figura 7).

Figura 7 - Vazões defluentes, médias diárias no mês de fevereiro de 2021. 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 24/05 com 67,33 m³/s e a menor média em 20/05 com 47,0 m³/s. No período da coleta de água (26/05) a média da vazão defluente foi de 67,28 m³/s, 27,28% maior que a média mensal de 52,66 m³/s (Figura 8).

Figura 8 - Vazões defluentes, médias diárias no mês de maio/2021. Em vermelho o período da coleta de água e em marrom a média mensal.



2.5.2. Análises físico-químicas

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

A Tabela 4 contém as informações elencadas em campo para os pontos de coleta nas campanhas realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2021.

Tabela 4 - Dados de campo das campanhas realizadas nos meses de fevereiro e maio de 2021.

Ponto de Coleta	P01	P02	P03
Fevereiro/2021			
Data da coleta	03.02.2021	03.02.2021	03.02.2021
Hora da coleta	13:10	13:10	15:00
Temperatura do ar (°C)	31,0	31,0	31,0
Temperatura da amostra (°C)	27,0	27,0	27,0
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade Secchi (m)	0,80	1,20	1,00
Zona Eufótica (m)	2,40	3,60	3,00
Mai/2021			
Data da coleta	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021
Hora da coleta	16:33	08:39	15:01

Temperatura do ar (°C)	30,0	29,0	29,0
Temperatura da amostra (°C)	24,0	25,0	24,0
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade Secchi (m)	0,85	1,36	0,80
Zona Eufótica (m)	2,55	4,08	2,40

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados das análises físico-químicas obtidos nas campanhas de fevereiro e maio de 2021. Os resultados expressos em vermelho competem aos parâmetros que apresentaram inconformidades à legislação vigente.

Tabela 5 - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 3 de fevereiro de 2021.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	5,0	5,5	7,6	6,0	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	<3,0	30,0	<3,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	25,5	26,0	28,0	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	34,2	36,5	25,5	75,0	75,0
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O ₂	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,07	0,08	0,08	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	0,12	<0,10	<0,10	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	4,12	4,60	4,14	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	4,09	4,58	4,09	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	4,34	4,65	4,19	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	0,03	0,05	0,04	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	0,1	7,4	7,4	7,6	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	6,3	6,9	6,2	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	5,48	5,97	6,54	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	14	11	10	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	16	11	50	-	-

Sólidos Totais	mg/L	10	30	22	60	-	-
Sulfato	mg/L SO ₄	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	1,4	0,8	0,8	100,0	100,0

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

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

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

Tabela 6 - Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais em campanha realizada em 26 de maio de 2021.

Parâmetro	Unidade	L.Q.M.	Resultado			CECA 36/12	CONAMA 357/2005 Classe 2
			P01	P02	P03		
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	5,0	6,1	6,1	7,6	-	-
Cloretos	mg/L Cl	3,0	<3,0	4,0	5,0	250,0	250,0
Condutividade Elétrica	µs/ cm	0,1	27,1	26,9	27,1	-	-
Cor Verdadeira	UH	1,0	3,9	2,1	2,3	75,0	75,0
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,0	5,0
DQO	mg/L O ₂	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	-
Dureza	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-
Fósforo Total	mg/L P	0,01	<0,01	0,03	0,04	*	*
Nitrato	mg/L N	0,10	0,92	0,63	0,74	10,0	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	0,19	0,62	<0,10	**	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	9,64	4,56	13,07	-	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	9,45	3,93	12,33	-	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	10,57	5,19	13,81	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	13,1	<2,0	3,6	V.A.	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	0,1	8,1	7,8	7,9	≥ 5,0	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,3	7,1	7,2	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	9,20	9,60	8,01	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	11	11	11	500,0	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	17	41	<10	-	-
Sólidos Totais	mg/L	10	28	52	20	-	-
Sulfato	mg/L SO ₄	5,0	<5,0	<5,0	11,3	250,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	0,71	0,83	0,79	100,0	100,0

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

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

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



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

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

2.5.2.1. Alcalinidade

A alcalinidade está relacionada à capacidade de a água neutralizar ácidos, devido principalmente à concentração de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, podendo incluir contribuições de boratos, fosfatos, silicatos e outros componentes básicos. Águas com baixa alcalinidade (<24mg/L de CaCO₃) 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. Os resultados obtidos em fevereiro e maio de 2021 variaram entre 5,1 e 7,6 mg/L (Tabelas 5 e 6), valores considerados baixos, indicando que alterações de pH podem ocorrer naturalmente no corpo hídrico devido a sua reduzida capacidade tamponante.

Nos campanhas anteriores (2018 a 2020), 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) (**Anexo 3**).

2.5.2.2. Cloretos Totais

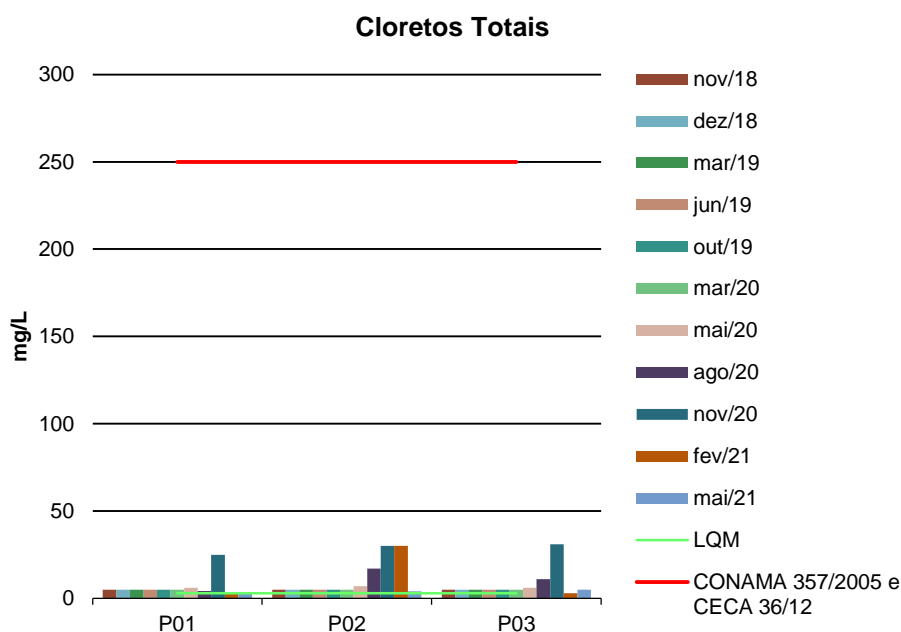
O teor de cloreto na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (por meio da excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.



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 fevereiro e maio de 2021 ficaram entre <3,0 e 30 mg/L, portanto, em conformidade com a legislação pertinente (Figura 9).

O mesmo foi verificado para as campanhas dos anos anteriores (2018, 2019 e 2020), cujos valores não ultrapassaram 30 mg/L.

Figura 9 - 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 2021.



2.5.2.3. Condutividade Elétrica

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

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

Os valores de condutividade variaram entre 25,5 e 28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos pontos de amostragem durante as campanhas de fevereiro e maio de 2021 (Tabelas 5 e 6).

Já nas campanhas dos anos anteriores (2018 a 2020), os valores variaram entre 16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 31,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Anexo 3**). A Resolução CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12 não estabelecem valores máximos permitidos para esse parâmetro.

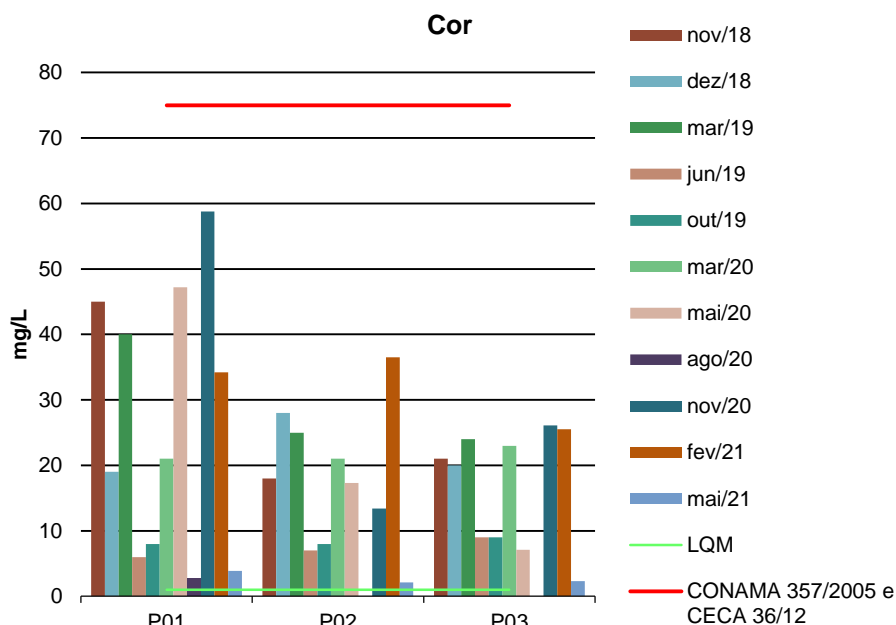
2.5.2.4. Cor Verdadeira

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

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

O CONAMA 357/2005 e o CECA 36/12 estabelecem limite de ≤ 75 mg/L Pt para o parâmetro Cor. A Figura 10 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 novembro de 2020, com 58,8 mg/L Pt.

Figura 10 - 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 2021.

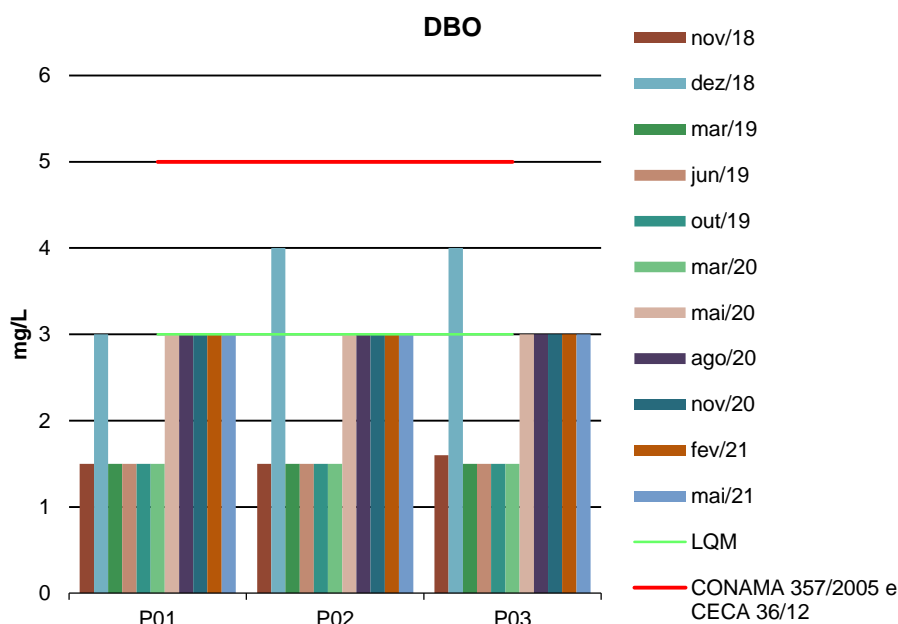


2.5.2.5. DBO

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, que estabelecem valor máximo de 5,0 mg/L (Figura 11).

Figura 11 - 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 2021.



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 (Tabelas 5 e 6, e **Anexo 3**).

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 CaCO_3); água moderada (de 50 até 150 mg/L de CaCO_3); água dura (de 150 até 300 mg/L de CaCO_3); água muito dura (acima de 300 mg/L de 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 e 6, e **Anexo 3**). 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).

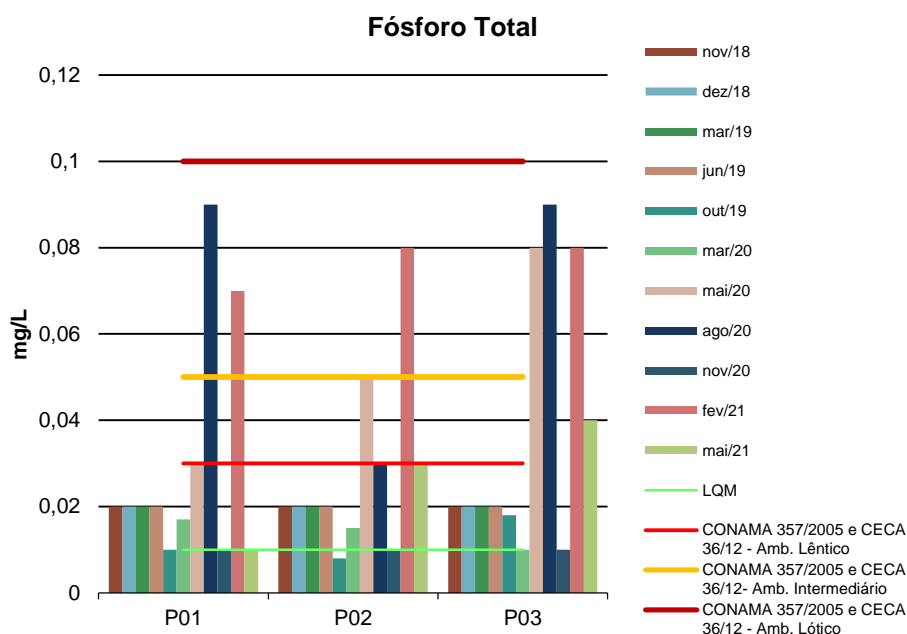
Altas concentrações de fósforo na água estão associadas com a eutrofização, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas indesejáveis em reservatórios ou águas paradas (PHILIPPI, 2004).

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 exceção do P02 na campanha de fevereiro de 2021 (0,08 mg/L) (Figura 12).



Esta alteração provavelmente ocorreu devido ao revolvimento do sedimento no leito do rio em função do aumento da vazão (pág. 13 – Figura 7), em consequência da maior vazão em fevereiro de 2021 ter ocorrido no dia anterior à coleta de água, deslocando o fósforo total decantado, influenciando assim no aumento da concentração desta variável na coluna de água desde a montante até a jusante (BARRETO *et al.*, 2014). Fia (2009) relata uma das causas do aumento da quantidade de fósforo total na água também pode ser devido à grande retirada deste nutriente do solo em épocas de chuva, o qual escoar para os corpos de água, sendo esta situação mais agravada em áreas agrícolas (CUNHA *et al.*, 2013).

Figura 12 - 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 e 2021.



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 apresentaram-se entre $<0,10$ e $0,62$ mg/L em todas as campanhas realizadas. O nitrito obteve valores abaixo do LQM ($<0,02$ mg/L) e o Nitrato não ultrapassou $0,92$ mg/L, estando em acordo com os limites estabelecidos pelas legislações vigentes (Figuras 15 a 17).



Figura 13 - 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 2021.

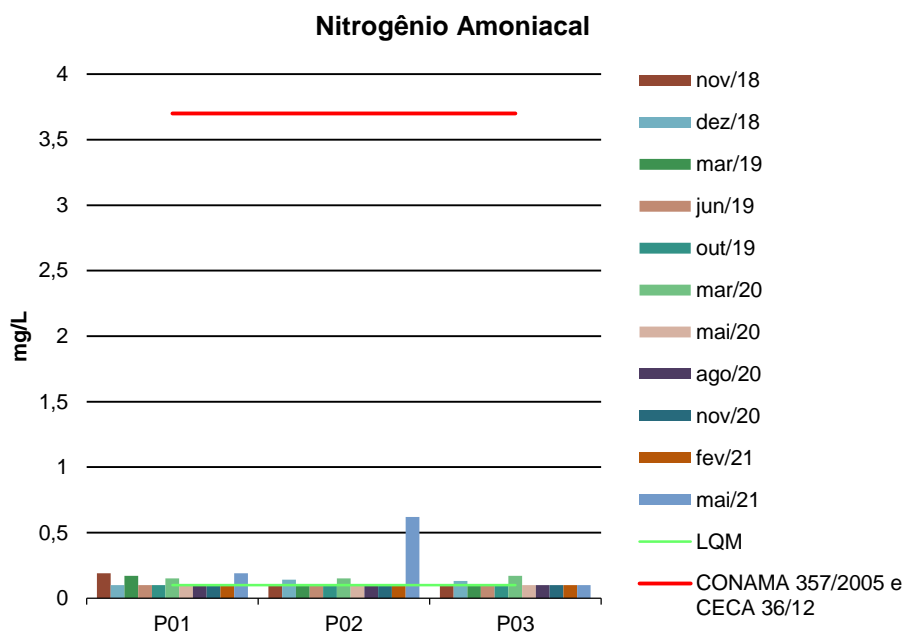


Figura 14 - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrito no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2021.

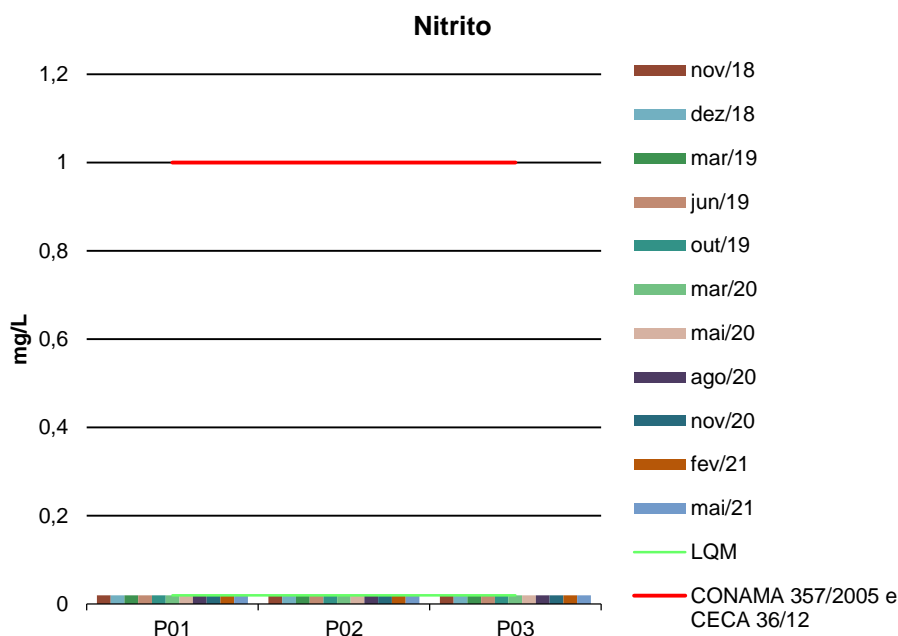
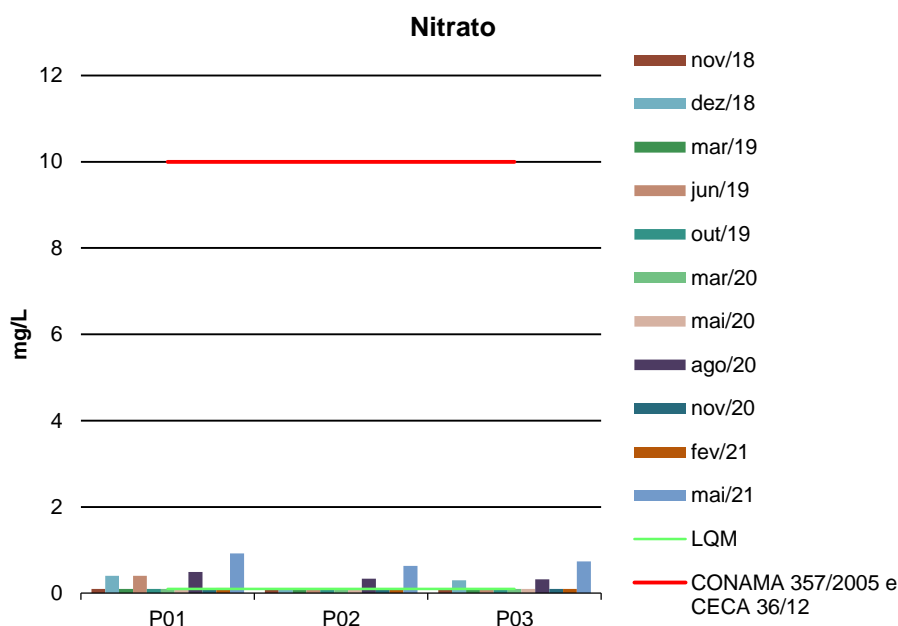


Figura 15 - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Nitrato no monitoramento de qualidade de água superficial da PCH Verde 4. Campanhas de novembro de 2018 a maio de 2021.



2.5.2.10. Óleos e Graxas

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

As concentrações de Óleos e Graxas foram possíveis de quantificar apenas no P01 (13,1 mg/L) e P03 (3,6 mg/L) na campanha de maio de 2021 (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 em todas as campanhas realizadas.

2.5.2.11. Ortofosfato

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

Os resultados obtidos para Ortofosfato variaram entre <0,01 e 0,05 mg/L nas campanhas de novembro de 2018 a maio de 2021 (Tabelas 5 e 6, e **Anexo 3**). As Resoluções CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 não determinam valor máximo permitido para esse parâmetro.

2.5.2.12. Oxigênio Dissolvido

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

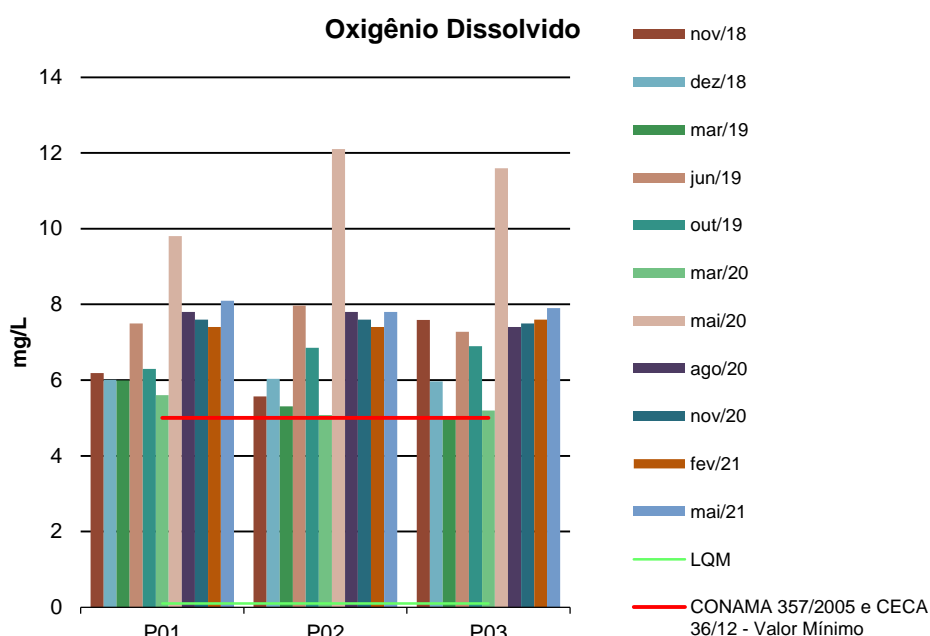
Ainda, segundo a CETESB (2008), águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da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

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. A medição do teor de oxigênio dissolvido permite avaliar os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica. Os níveis de oxigênio dissolvido também

indicam a capacidade de um corpo d’água natural manter a vida aquática (PHILIPPI, 2004).

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 2021, portanto, em acordo com as legislações em vigência (Figura 16).

Figura 16 - 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 2021.



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:

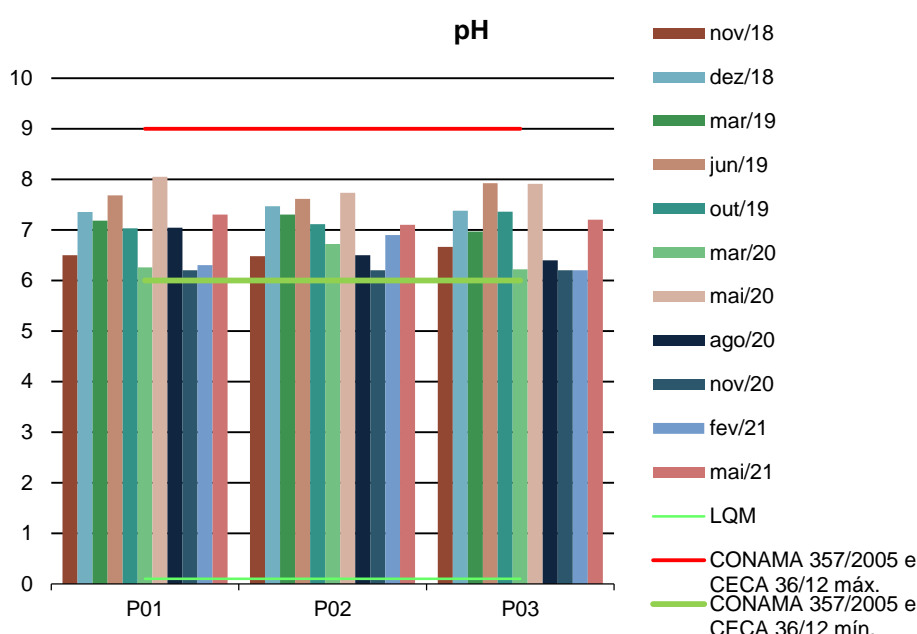
- Valores elevados ou baixos de pH podem ser indicativos da presença de efluentes industriais;
- Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas;



- 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 (Figura 17).

Figura 17 - 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 2021.



2.5.2.14. Série de Sólidos

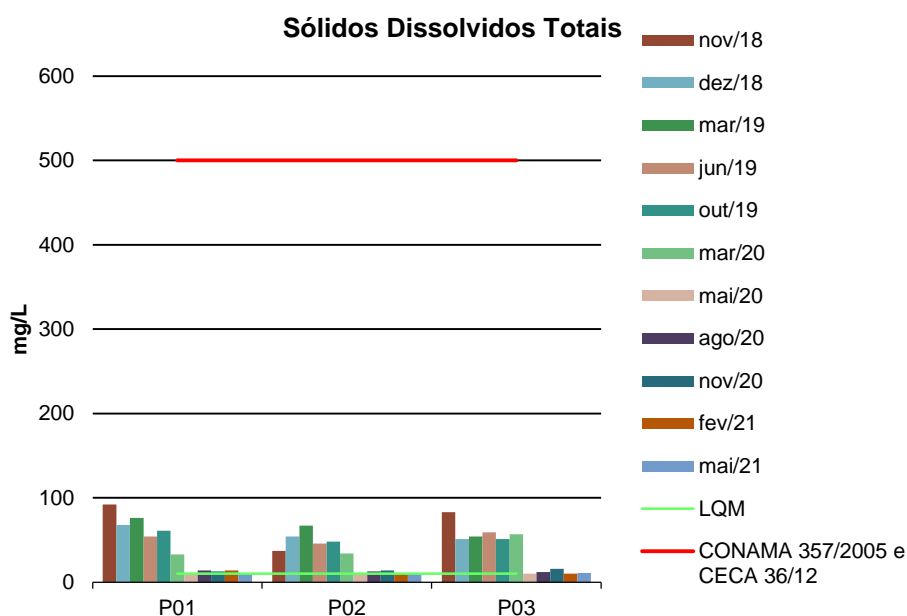
Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho e características químicas. Quanto ao tamanho, podem ser classificados em suspensos, colóides e dissolvidos. Quanto à caracterização 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 (Figura 18).

Figura 18 - 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 2021.

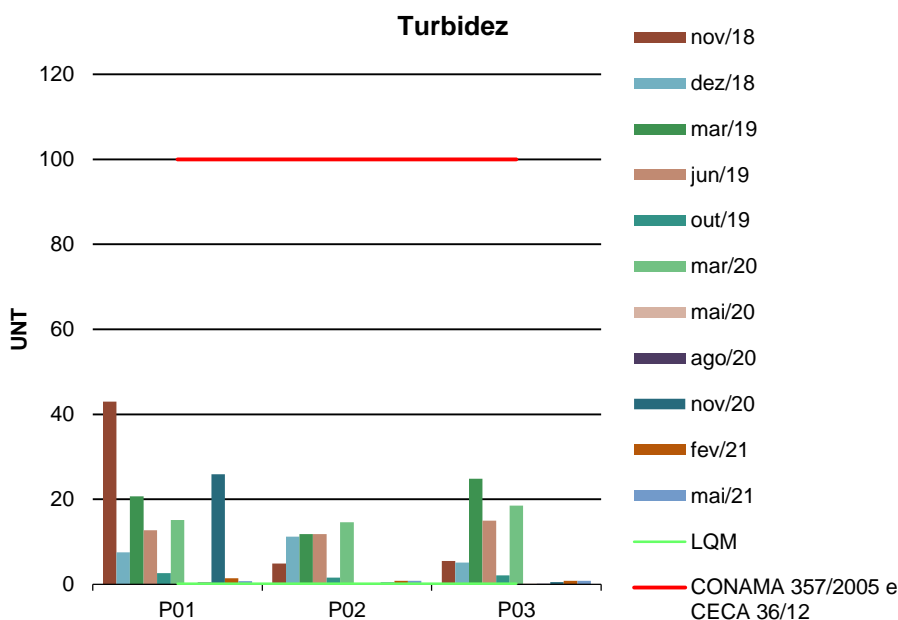


2.5.2.15. Turbidez

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 19), com o maior valor para novembro de 2018 e os menores em 2020 e 2021, 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 19 - 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 2021.



2.5.3. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS E BIOLÓGICAS

2.5.3.1. Coliformes Totais e Termotolerantes

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros bacteriológicos nos fevereiro e maio de 2021. Os dados históricos do monitoramento de qualidade da água podem ser observados no **Anexo 3**.

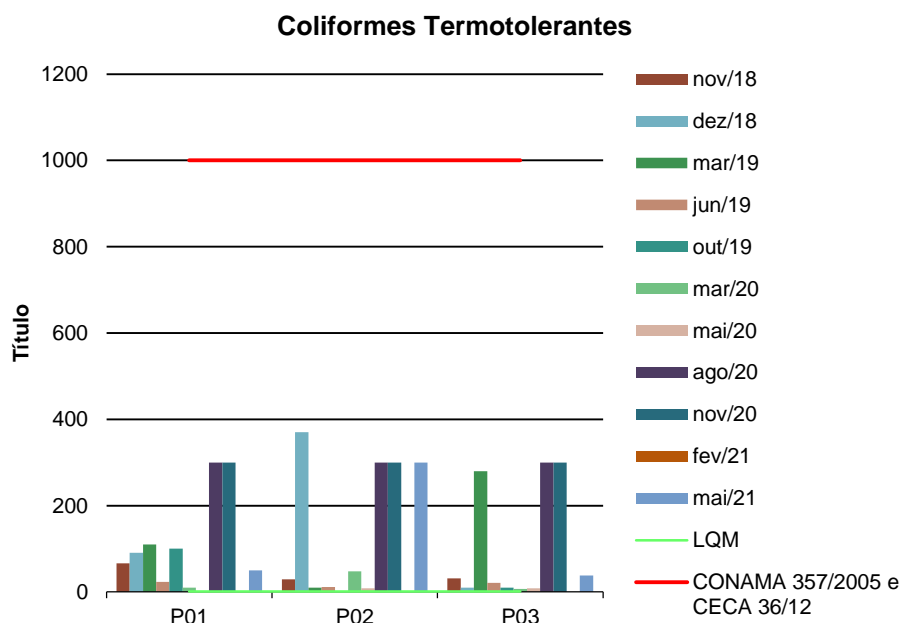
Tabela 7 - Resultados das análises bacteriológicas. Campanhas de fevereiro e maio de 2021.

Parâmetro	Unidade	P01 Montante	P02 Barramento	P03 Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA 36/12
Fevereiro/2021					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	1000
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	---
Mai/2021					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1,4 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	1,5 x 10 ¹	1000
Coliformes Totais	UFC/100 ml	5,0 x 10 ¹	3,0 x 10 ²	3,8 x 10 ¹	---

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

Os pontos monitorados apresentaram o máximo de 370 colônias do grupo coliformes termotolerantes, registrado no mês de dezembro de 2018 (**Anexo 3 – Tabela 2**), assim, estando em conformidade com a legislação em vigência, que determina como valor máximo de 1000 colônias para águas doces de classe 2.

Figura 20 - 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 2021.



2.5.3.2. Clorofila-a, Feofitina-a e Cianobactérias

A Tabela 8 apresenta os resultados das campanhas de fevereiro e maio de 2021 para os parâmetros biológicos. Os dados históricos do monitoramento de qualidade da água podem ser observados no **Anexo 3**.

Tabela 8 - Resultados das análises biológicas. Campanhas de fevereiro e maio de 2021.

Parâmetros Biológicos	Unidade	P01 Montante	P02 Barramento	P03 Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2 / CECA-MS 36/12
Fevereiro/2021					
Clorofila-a	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 30
Feofitina-a	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	---
Cianobactérias	cel/mL	Ausente	Ausente	Ausente	50.000 cel/mL
Mai/2021					
Clorofila-a	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 30
Feofitina-a	µg/L	187,9113	161,8947	2,2275	---
Cianobactérias	cel/mL	32	111	125	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 $352,39 \mu\text{g/L}$. 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 ($<1,00 \mu\text{g/L}$) e variando abaixo do LQM ($<0,001 \mu\text{g/L}$) a $0,062 \mu\text{g/L}$ em maio de 2020, e $<0,001 \mu\text{g/L}$ em agosto e novembro de 2020, e fevereiro e maio de 2021, estando em acordo com o CONAMA 357/2005 e o CECA-MS 36/12, que determina valor máximo de $30 \mu\text{g/L}$ para rios de classe 2 (Figura 21).

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, com exceção na campanha de maio e 2021, que apresentou quantidade ínfima. CONAMA 357/2005 e CECA-MS 36/12 determinam valor máximo permitido de 50.000 cel/mL (Figura 22).



Figura 21 - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Clorofila-a no monitoramento de qualidade de águas superficiais da PCH Verde 4. Campanhas de fevereiro e maio de 2021.

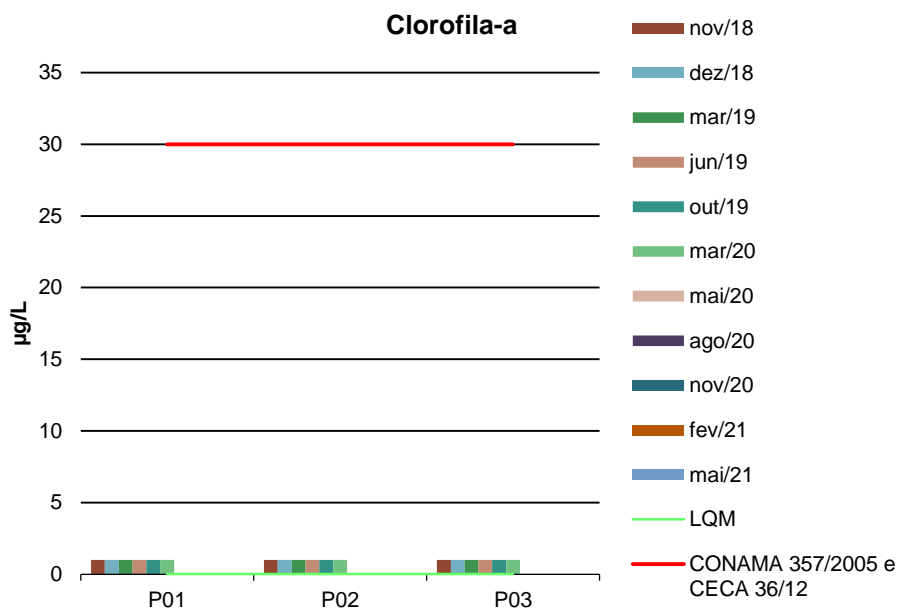
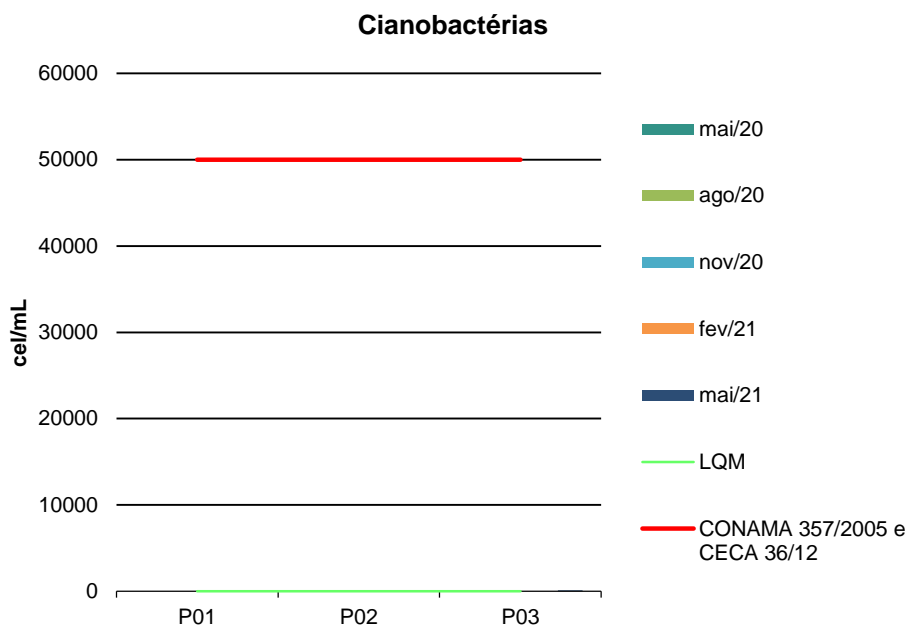


Figura 22 - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos para Cianobactérias no monitoramento de qualidade de águas superficiais da PCH Verde 4. Campanhas de fevereiro e maio de 2021.

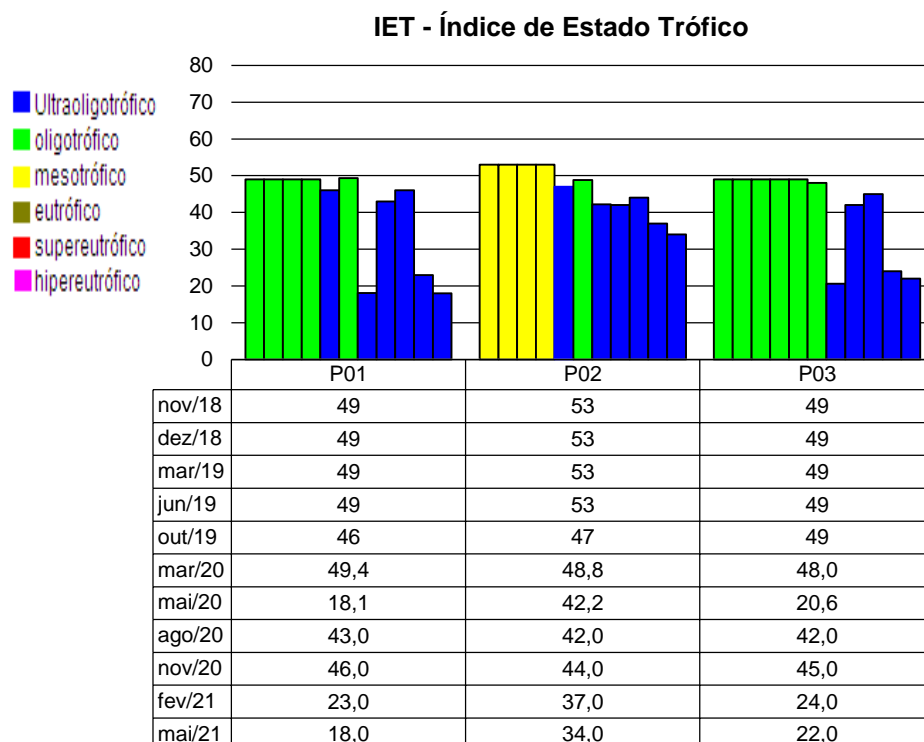


2.5.4. ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

2.5.4.1. Índice de Estado Trófico (IET)

A Figura 23 apresenta os resultados do IET nas campanhas realizadas entre os meses de novembro de 2018 a maio de 2021. 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 as campanhas de 2020 e 2021 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 23 - Gráfico comparativo entre os resultados obtidos de IET para os pontos monitorados da PCH Verde 4.

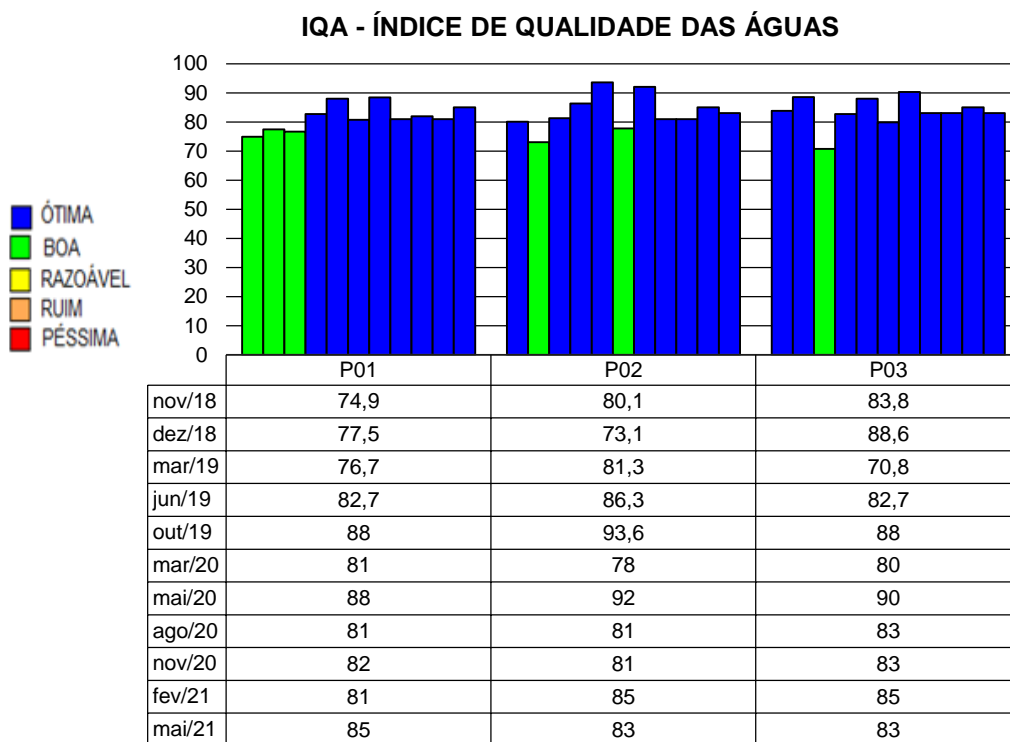


2.5.4.2. Índice de Qualidade das Águas (IQA)

A Figura 24 apresenta os resultados de IQA nas campanhas realizadas entre os meses de novembro de 2018 a maio de 2021. 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 24 - Gráfico dos resultados obtidos de IQA para os pontos monitorados no rio Verde – PCH Verde 4.



2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresentou os resultados obtidos das campanhas de Monitoramento de Águas Superficiais do rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4, realizadas em fevereiro e maio de 2021, assim como o consolidado dos resultados obtidos ao longo do período de 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, com exceção do Fósforo Total no P02 (reservatório) em fevereiro de 2021.

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 2020 e 2021 todos os pontos foram classificados na classe “Ultraoligotrófico”. A maioria dos pontos nas campanhas do período de novembro de 2018 a maio de 2021 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.

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

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Normas para análise físico química e microbiológico em água potável, água naturais, efluentes e água minerais.
- ALLAN, J.D.; Castillo, M.M. 2007. Stream ecology: structure and function of running Waters. Segunda edição. Netherlands: Springer. 436p.
- APHA (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22st Edition.
- APHA - AWWWA - WPCF. 1985. Standard methods for examination of water and wastewater. 16 ed. Washington: Byrd prepress Springfield. 1134p.
- BARRETO, Luciano Vieira et al . 2014. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. Rev. Ambient. Água, Taubaté , v. 9, n. 1, p. 118-129.
- BICUDO, D. & BICUDO, C. Amostragem em limnologia. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004. 371p.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: RIMA. 2006.
- BORGES, P.A.F. *et al.* Estrutura e dinâmica do fitoplâncton em curto período de tempo em um braço do reservatório de Rosana. Acta Scientiarum, v. 30, n. 1, p. 57-65. 2008b.
- BORGES, P.A.F. *et al.* Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. Hydrobiologia, v. 607, p. 63-74. 2008a.
- BOURRELLY, P. 1988. Lês algues d'eau douce complements tome I: alques vertes, Paris: Société nouvelle dès éditions Boubée.. 183p.
- CASTRO, A.A.J. & Bicudo, C.E.M. 2007. Flora Ficológica do Estado de São Paulo – Cryptophyceae. Volume 11. São Paulo: RiMa Editora; FAPESP.144p.
- Chorus, I. & Bartram, J. 1999. Toxic

Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring, and Management. WHO by: F & FN Spon 11 New Fetter Lane London EC4. 4EE.

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

CHORUS, I. & BARTRAM, J. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring, and Management. WHO by: F & FN Spon 11 New Fetter Lane London EC4. 4EE

CME. Relatório para Licenciamento Ambiental. Enersul, 2003.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.

CUNHA, R. W.; GARCIA JUNIOR, M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 7, 2013.

EDLER, L. Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea, phytoplankton and chlorophyll. [Paris]: Unesco, 38 p. (UNESCO, Working Group, 11, Baltic Marine Biologists). 1979.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 4, n. 1, 2009.

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

GONZÁLES, A.C. 1996. Las Chlocooccales dulciacuícolas de Cuba. 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). SuBwasserfloraa von Mitteleuropa. Jena: Gustav Fischer Verlag.

KOMÁREK, J. & Agnostidis, K. 2005.Cyanoprokariota (2.Teil: Oscillatoriales). Bd 19/2 In: Büdel, B.; Gärtner, G.; Krienitz, L.; Schagerl, M. (org.) SuBwasserfloraa von Mitteleuropa München: Elsevier GmbH.



- KOMÁREK, J. & FOTT, B. 1983. Das phytoplankton des Sübwassers. 7. Teil – Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. In Huber-Pestalozzi, G. (Ed). Stuttgart. E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044p.
- LAMPERT, W.; SOMMER, U. 2007. Lymnoecology – The Ecology of Lakes and Streams. 2ª Edição. 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> 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 Phycologica*. Band 75. Berlin-Stuttgart: Ed. J. Cramer. 301p.
- TRAIN, S. *et al.* Dinâmica Sazonal da Comunidade Fitoplanctônica de um Canal Lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 2000. 389-395.
- TRAIN, S. *et al.* Distribuição Espacial e Temporal do Fitoplâncton em Três Reservatórios da Bacia do Rio Paraná. In: Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais (Eds. RODRIGUES, L. *et al.*), pp. 73-85, RIMA, São Carlos. 2005.
- TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Phytoplankton assemblages. In: The Upper Paraná River and Its Floodplain: Physical aspects, ecology and conservation (Eds. THOMAZ, S. M. *et al.*), pp. 103-124, Backhuys Publishers, Leiden. 2004.
- TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, M.T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos. 631p.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. int. Verein. Limnol.*, v. 9, p. 1-38. 1958.
- VON SPERLING, M. Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios. 1. ed. vol. 7. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 2007.
- WETZEL, R. G., LINKENS, G.E. *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag. 2000.

2.8. ANEXOS

ANEXO 01 – ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.

ANEXO 02 – CERTIFICADOS DE ANÁLISE.

ANEXO 03 – DADOS HISTÓRICOS DO PERÍODO PÓS-ENCHIMENTO





**ANEXO 01 –
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA-ART**



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

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

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

Código de Emissão: **0ACC59B8-6B1A-44E4-98A0-EFF7D228A417**
Data de Emissão: **01/01/2021**
Data de Validade: **31/03/2021**

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

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

Observações Gerais:

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

-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-



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: **A0BC0E9D-7428-4D1E-8DEE-EF9A2F205EB1**

Data de Emissão: **01/04/2021**

Data de Validade: **26/04/2021**

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

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

Observações Gerais:

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

-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-



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: **8F76D5B8-DE59-470B-88C1-6A2CD99A6E61**

Data de Emissão: **28/04/2021**

Data de Validade: **26/05/2021**

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

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

Observações Gerais:

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

-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-



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: **FB59991F-1D3E-4DB8-B72F-3CC2E79A2DF9**
Data de Emissão: **27/05/2021**
Data de Validade: **26/06/2021**

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

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

Observações Gerais:

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

-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-



**ANEXO 02 –
CERTIFICADOS DE ANÁLISE**



CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2262/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: SP01 – Montante do Reservatório	Número de amostra: 84.21
Endereço da amostragem: PCH VERDE 4	
Responsável pela coleta: Allan	
Data da coleta: 03.02.2021	Hora da coleta: 13:10
Temperatura da amostra (°C): 27,0°C	Temperatura do ar (°C): 31,0°C
Transparência: 0,8m	
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 04.02.2021	Resp. recebimento: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	5,5	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	<3,0	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	25,5	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	34,2	≤ 75
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O ₂	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	0,07	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,12	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO ₂ 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	4,12	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	4,09	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	4,34	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,03	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 C	0,1	7,4	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	6,3	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	5,48	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	14	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	16	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	30	---
Sulfato	mg/L SO ₄	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	1,4	≤ 100



LAUDO ANALÍTICO Nº 2262/2021

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

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

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none">• 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, 01 de março de 2021



Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2263/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: SP02 – Área Central do Reservatório	Número de amostra: 84.21
Endereço da amostragem: PCH VERDE 4	
Responsável pela coleta: Allan	
Data da coleta: 03.02.2021	Hora da coleta: 13:10
Temperatura da amostra (°C): 27,0°C	Temperatura do ar (°C): 31,0°C
Transparência: 1,2m	
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 04.02.2021	Resp. recebimento: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	7,6	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	30,0	250
Condutividade Elétrica	µ s / cm	NBR 14340	0,1	26,0	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	36,5	≤ 75
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O ₂	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	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO ₂ 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	4,60	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	4,58	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	4,65	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,05	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 C	0,1	7,4	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	6,9	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	5,97	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	11	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	22	---
Sulfato	mg/L SO ₄	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	0,8	≤ 100



LAUDO ANALÍTICO Nº 2263/2021

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

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

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none">• 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, 01 de março de 2021



Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2264/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: SP03 – Jusante do Reservatorio	Número de amostra: 86.21
Endereço da amostragem: PCH VERDE 4	
Responsável pela coleta: Allan	
Data da coleta: 03.02.2021	Hora da coleta: 15:01
Temperatura da amostra (°C): 27,0°C	Temperatura do ar (°C): 31,0°C
Transparência: 1,0m	
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 04.02.2021	Resp. recebimento: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	6,0	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	<3,0	250
Condutividade Elétrica	µ s / cm	NBR 14340	0,1	28,0	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	25,5	≤ 75
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O ₂	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	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	<0,10	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO ₂ 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	4,14	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	4,09	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	4,19	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	0,04	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 C	0,1	7,6	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	6,2	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	6,54	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	10	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	50	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	60	---
Sulfato	mg/L SO ₄	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	0,8	≤ 100



LAUDO ANALÍTICO Nº 2264/2021

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

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

6. OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none">• 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, 01 de março de 2021



Roney A. Gomes
Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2696/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: SP01 – Montante do Reservatório	Número de amostra: 582.21
Endereço da amostragem: PCH VERDE 4	
Responsável pela coleta: Allan	
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 16:33
Temperatura da amostra (°C): 24,0°C	Temperatura do ar (°C): 30,0°C
Transparência: 0,85m	
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. recebimento: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	6,1	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	<3,0	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	27,1	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	3,9	≤ 75
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O ₂	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	<0,01	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,92	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO ₂ B	0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	0,19	*
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	9,64	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	9,45	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	10,57	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	13,1	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 C	0,1	8,1	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,3	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	9,20	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	17	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	28	---
Sulfato	mg/L SO ₄	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	0,71	≤ 100



LAUDO ANALÍTICO Nº 2696/2021

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	1,4 x 10 ¹	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	5,0 x 10 ¹	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
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	187,9119	---
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	32	50.000

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

Campo Grande – MS, 16 de junho de 2021



Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2697/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: SP02 – Área Central do Reservatório	Número de amostra: 583.21
Endereço da amostragem: PCH VERDE 4	
Responsável pela coleta: Allan	
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 08:39
Temperatura da amostra (°C): 25,0°C	Temperatura do ar (°C): 29,0°C
Transparência: 1,36m	
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. recebimento: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	6,1	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	4,0	250
Condutividade Elétrica	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	26,9	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	2,1	≤ 75
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O ₂	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	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,63	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO ₂ B	0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	POP FQ 32	0,10	0,62	*
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	POP FQ 30	0,10	4,56	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	3,93	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	5,19	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	<2,0	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 C	0,1	7,8	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,1	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	9,60	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	41	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	52	---
Sulfato	mg/L SO ₄	POP FQ 42	5,0	<5,0	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	0,83	≤ 100




LAUDO ANALÍTICO Nº 2697/2021

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

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
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	161,8947	---
Cianobacteria	Cel/mL	SM 10200	1,0	111,0	50.000

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

Campo Grande – MS, 16 de junho de 2021



Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2698/2021

1. DADOS CONTRATAÇÃO

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM

Ponto de coleta: SP03 – Jusante do Reservatorio	Número de amostra: 584.21
Endereço da amostragem: PCH VERDE 4	
Responsável pela coleta: Allan	
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 15:01
Temperatura da amostra (°C): 24,0°C	Temperatura do ar (°C): 29,0°C
Transparência: 0,80m	
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. recebimento: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	7,6	---
Cloretos	mg/L Cl	SM 4500B	3,0	5,0	250
Condutividade Elétrica	µ s / cm	NBR 14340	0,1	27,1	---
Cor	UH	SM 2120 B	1,0	2,3	≤ 75
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	≤ 5,0
DQO	mg/L O ₂	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	0,04	0,1
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,74	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 NO ₂ 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	13,07	---
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	12,33	---
Nitrogênio Total	mg/L N	POP FQ 31	0,10	13,81	---
Óleos e Graxas	mg/L	SM 5520 D	2,0	3,6	Virtualmente Ausente
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 C	0,1	7,9	≥ 5
pH	---	USEPA 150.1	0,1	7,2	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	POP FQ 39	0,10	8,01	---
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	11	500
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	NBR 10561	0,1	<0,1	---
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	<10	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	20	---
Sulfato	mg/L SO ₄	POP FQ 42	5,0	11,3	250
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	0,79	≤ 100



LAUDO ANALÍTICO Nº 2698/2021

4. RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
Coliformes Termotolerantes	U.F.C./100ml	SM 9222 D	1	1,5 x 10 ¹	1.000
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	3,8 x 10 ¹	---

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M.	Resultado	CONAMA 357/2005 Classe 2
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	2,2275	---
Cianobacteria	Cel/MI	SM 10200	1,0	125	50.000

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

Campo Grande – MS, 16 de junho de 2021



Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





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

Tabelas 1 a 9 - Dados históricos do período pós-enchimento (novembro de 2018 a novembro de 2020).

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

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	27,9	29,5	28,7	-
Temperatura da amostra	°C	30,2	28,6	27,8	-
Transparência	cm	0,20	0,60	0,30	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	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 _{5,20°C}	mg/L O ₂	<1,5	<1,5	1,6	5,0
DQO	mg/L O ₂	<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 ₂	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

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

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

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

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

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

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	30,2	36,2	35,5	-
Temperatura da amostra	°C	28,0	33,9	28,7	-
Transparência	cm	0,30	0,30	0,40	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	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 _{5,20°C}	mg/L O ₂	3,0	4,0	4,0	5,0
DQO	mg/L O ₂	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 ₂	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
Análises Bacteriológicas					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	9,1 x 10	3,7 x 10 ²	1,0 x 10	1000
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,4 x 10 ³	2,4 x 10 ³	1,6 x 10 ³	---
Análises Biológicas					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30

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

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

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

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

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	29,3	31,2	31,6	-
Temperatura da amostra	°C	27,4	28,6	29,2	-
Transparência	cm	0,30	0,50	0,30	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	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 _{5,20°C}	mg/L O ₂	<1,5	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O ₂	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 ₂	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
Análises Bacteriológicas					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1,1 x 10 ²	1,0 x 10	2,8 x 10 ²	1000
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,7 x 10 ³	7,3 x 10 ³	1,4 x 10 ³	---
Análises Bacteriológicas					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30

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

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

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

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

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	27,5	27,8	27,3	-
Temperatura da amostra	°C	22,9	24,7	23,5	-
Transparência	cm	0,40	0,30	0,30	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	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 _{5,20°C}	mg/L O ₂	1,8	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O ₂	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 ₂	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
Análises Bacteriológicas					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	2,3 x 10	1,1 x 10	2,1 x 10	1000
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,4 x 10 ³	1,4 x 10 ³	7,3 x 10 ²	---
Análises Biológicas					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30

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

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

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

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

Parâmetro	Unidade	Resultado			CONAMA 357/2005 Classe 2
		P01	P02	P03	
Temperatura ambiente	°C	28,6	33,6	33,2	-
Temperatura da amostra	°C	27,6	30,6	29,5	-
Transparência	cm	0,4	0,6	0,3	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	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 _{5,20°C}	mg/L O ₂	<1,5	<1,5	<1,5	5,0
DQO	mg/L O ₂	<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 ₂	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
Análises Bacteriológicas					
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	1,0 x 10 ²	< 1,0	1,0 x 10	1000
Coliformes Totais	UFC/100 ml	7,3 x 10 ³	1,9 x 10 ²	6,9 x 10 ²	---
Análises Biológicas					
Clorofila-a	µg/L	<1,00	<1,00	<1,00	≤ 30

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

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

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

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

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

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

Legenda: L.Q.M. – Limite de Quantificação do Método; V.A. – Virtualmente ausente.
 *0,03 para ambientes lênticos – 0,05 ambientes Intermediários- 0,1 Ambientes lóticos
 **3,7 para pH ≤ 7,5 | 2,0 para 7,5< pH ≤8,0 | 1,0 para 8,0< pH ≤8,5.

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

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

Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	19,65	11,61	14,16	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	20,13	11,93	14,59	-
Óleos e Graxas	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	0,1	9,8	12,1	11,6	≥ 5,0
pH	---	0,1	8,05	7,73	7,91	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	0,10	22,03	21,46	19,82	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	11	<10	<10	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Sólidos Suspensos	mg/L	10	21	40	32	-
Sólidos Totais	mg/L	10	32	40	32	-
Sulfato	mg/L SO ₄	5,0	7,0	<5,0	<5,0	250,0
Turbidez	UNT	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	100,0
Análises Bacteriológicas						
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	Ausente	0,8 x 10 ¹	0,8 x 10 ¹	1000	UFC/100 ml
Coliformes Totais	UFC/100 ml	2,0 x 10	5,8 x 10 ¹	6,5 x 10 ¹	---	UFC/100 ml
Análises Biológicas						
Clorofila-a	µg/L	<0,001	0,062	<0,001	≤ 30	Clorofila-a
Feofitina-a	µg/L	226,93	<0,001	352,39	---	Feofitina-a
Cianobactérias	cel/mL	Ausente	Ausente	Ausente	50.000 cel/mL	Cianobactérias

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

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

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

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

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

Nitrato	mg/L N	0,10	0,49	0,34	0,32	10,0
Nitrito	mg/L N	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**
Nitrogênio Total	mg/L N	0,10	4,47	4,58	2,83	-
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L N	0,10	4,47	4,58	2,83	-
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0,10	4,96	4,92	3,15	-
Óleos e Graxas	mg/L	10,0	<2,0	<2,0	<2,0	V.A.
Ortofosfato	mg/L P	0,02	0,02	0,04	0,03	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	0,20	7,8	7,8	7,4	≥ 5,0
pH	---	0,1	7,04	6,50	6,4	6,0 a 9,0
Sílica	mg/L Si	1,07	0,60	<0,10	<0,10	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	10	14	13	12	500,0
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	-
Sólidos Suspensos	mg/L	5,0	54	<10	12	-
Sólidos Totais	mg/L	28,0	68	13	24	-
Sulfato	mg/L SO ₄	2,0	<5,0	<5,0	<5,0	250,0
Turbidez	UNT	0,3	0,46	<0,1	0,17	100,0
Análises Bacteriológicas						
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	3,0 x 10 ²	3,0 x 10 ²	3,0 x 10 ²	1000	UFC/100 ml
Coliformes Totais	UFC/100 ml	3,0 x 10 ²	3,0 x 10 ²	3,0 x 10 ²	---	UFC/100 ml
Análises Biológicas						
Clorofila-a	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 30	Clorofila-a
Feofitina-a	µg/L	132,43	<0,001	113,21	---	Feofitina-a
Cianobactérias	cel/mL	Ausente	Ausente	Ausente	50.000 cel/mL	Cianobactérias

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ANEXO 03

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



PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A

Água Clara - MS

Julho/2021



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

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR	3
2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	4
3. ÁREA DE ESTUDO	4
4. MATERIAL E MÉTODOS	7
4.1. 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
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5.1. Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos	9
5.1.1. Cloreto	16
5.1.2. Cor	16
5.1.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio	17
5.1.4. Demanda Química de Oxigênio	17
5.1.5. Fluoretos	18
5.1.6. Ferro	19
5.1.7. Fósforo Total	20
5.1.8. Nitrato	21
5.1.9. Nitrito	21
5.1.10. Nitrogênio Amoniacal	22
5.1.11. Nitrogênio Total	23
5.1.12. pH	23
5.1.13. Sólidos Totais, Dissolvidos e Voláteis	24
5.1.14. <i>E. coli</i>	25
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
8. ANEXOS	27

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

E-mail: 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, Água Clara – MS, realizada no mês de maio de 2021.

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 km², 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. Pontos de cima para baixo: P1 a P6. Campanha de maio//21.



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, 22th Edition*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos

Os dados de campo das campanhas de maio e novembro de 2020, e maio de 2021 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 das campanhas de maio e novembro de 2020, e maio de 2021 são apresentados nas Tabelas 3 a 5. Ressalta-se que o poço de monitoramento P4 encontrava-se totalmente seco durante as coletas da campanha de maio de 2020, bem como o P5 nas campanhas de novembro de 2020 e maio de 2021.

Tabela 2 - Dados de campo da coleta durante as campanhas de maio e novembro de 2020.

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



amostra (°C)						
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	0,5	5,2	2,0	1,5	Seco	6,0
Nível da Água (m)	10,5	2,8	4,5	1,5	Seco	1,0
Campanha de Maio de 2021						
Ponto de Coleta	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Data da coleta	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021	26.05.2021
Hora da coleta	15h18min	16h12min	14h30min	17h17min	-	15h42min
Temperatura do ar (°C)	28,0	28,0	27,5	30,0	-	28,0
Temperatura da amostra (°C)	25,0	25,0	25,0	22,0	Seco	26,0
Condições Climáticas	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Profundidade (m)	11,0	8,0	6,5	3,0	10,0	7,0
Coluna d'água (m)	1,5	4,5	2,0	0,5	Seco	5,0
Nível da Água (m)	9,5	3,5	4,5	2,5	Seco	2,0

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

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	9,8	<5,0	<5,0	-	<5,0	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	9,0	4,0	4,0	-	<3,0	<3,0	---	400
Condutividade	µs/cm	124	14	92	-	76	50	---	---
Cor	mg/L	149,8	<5,0	157,7	-	<5,0	7,6	---	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	<3,0	---	---
DQO	mg/L O ₂	<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	2,45	5
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20	---	2
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	10	90
Nitrito	mg/L N	<0,02	0,03	<0,02	-	<0,02	<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	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	---	1000
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	---	800
Coliformes Totais	UFC/100 ml	3,0x10 ²	3,0x10 ²	3,0x10 ²	-	Ausente	Ausente	---	---

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

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	8,6	<5,0	5,76	<5,0	-	<5,0	---	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	28,0	25,0	30,0	31,0	-	28,0	---	400
Condutividade	µs/cm	153,4	51,5	75,2	32,7	-	24,3	---	---
Cor	mg/L	281,9	6,7	<5,0	12,0	-	8,8	---	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-	<3,0	---	---
DQO	mg/L O ₂	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	<10,0	---	---
Dureza	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0		
Ferro Total	mg/L Fe	0,20	<0,10	<0,10	0,04	-	0,50	2,45	5
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	0,08	0,02	<0,01	-	<0,01	---	---
Nitrato	mg/L N	0,20	<0,10	0,36	0,10	-	<0,10	10	90
Nitrito	mg/L N	0,04	<0,02	0,04	0,02	-	<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	<0,10	<0,10	0,40	<0,10	-	<0,10	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	3,81	3,05	2,82	2,83	-	6,10	---	---



Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	3,81	3,05	2,42	2,81	-	6,06	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	4,41	3,10	3,22	2,95	-	6,15	---	---
Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,5	6,4	6,6	6,6	-	6,4	---	---
pH	---	5,9	5,56	5,80	6,00	-	6,3	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	49	34	49	49	-	34	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	127	146	31	67	-	66	---	---
Sólidos Totais	mg/L	176	180	80	116	-	100	---	---
Sulfato	Mg/L SO ₄	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	<5,0		
Turbidez	UNT	0,9	0,2	<0,1	0,7	-	0,5	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	800
Coliformes Totais	UFC/100 ml	0,4x10	Ausente	0,4x10	Ausente	-	0,2x10	---	---

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

Parâmetros Físico-químicos	Unidade	Resultados						CONAMA 420/2009	CONAMA 396/2008
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	22,74	<5,0	10,61	12,1		15,1	---	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	<3,0	<3,0	<3,0	5,0		7,0	---	400
Condutividade	µs/cm	28,1	27,1	27,3	26,1		28,2	---	---
Cor	mg/L	71,3	52,3	64,5	42,3		41,2	---	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0		<3,0	---	---
DQO	mg/L O ₂	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0		<10,0	---	---
Dureza	mg/L	<2,0	<2,0	5,9	7,8		<2,0		
Ferro Total	mg/L Fe	2,20	0,60	<0,10	<0,10		0,20	2,45	5
Fluoreto	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		<0,20	---	2
Fósforo Total	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	---	---
Nitrato	mg/L N	1,00	0,59	0,33	0,21		0,52	10	90
Nitrito	mg/L N	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		<0,02	---	10
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	0,20	0,52	0,41	0,23		0,36	---	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	6,70	3,88	7,88	10,13		7,55	---	---
Nitrogênio Orgânico	Mg/L N	6,50	3,36	7,47	9,90		7,19	---	---
Nitrogênio Total	mg/L N	7,70	4,48	8,23	10,35		8,09	---	---



Ortofosfato	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	---	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	8,1	8,0	7,9	7,9		8,3	---	---
pH	---	7,4	6,90	7,10	7,30		7,1	---	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	68	<10	27	22		36	---	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	12	18	185	58		28	---	---
Sólidos Totais	mg/L	80	24	212	80		64	---	---
Turbidez	UNT	15,71	14,8	16,1	11,3		7,1	---	---
Parâmetros bacteriológicos									
<i>E.coli</i>	UFC/100 ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	---	800
Coliformes Totais	UFC/100 ml	0,7x10 ¹	3,0x10 ²	Ausente	0,8x10 ¹	-	3,0x10 ²	---	---

A Tabela 6 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 6 - 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 ³	>2,4x10 ³	>2,4x10 ³	-	-	-	-	-	-	-	4,3 x 10 ¹	6,1 x 10 ¹	>2,4x10 ³	>1,4x10 ³	9,2x10 ²	-	1,9 x 10 ²	> 2,4 x 10 ³
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	1	1	2,1x10 ²	-	-	-	-	-	-	-	1,1 x 10 ¹	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 ³	1,2x10 ³	1,4x10 ²	-	8,7x10 ²	6,9x10 ²	>2,4x10 ³	>2,4 x 10 ³	>2,4x10 ⁴	-	>2,4x10 ³	3,4x10 ²	>2,4x10 ³	>2,4	>2,4x10 ³	-	>2,4x10 ³	>2,4x10 ⁴
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	<1	1	<1	-	<1	<1	9.8	< 1,0	<1	-	5,8x10 ²	<1	<1,0	<1,0	<1	-	<1,0	<1

Legenda: - = poço seco.

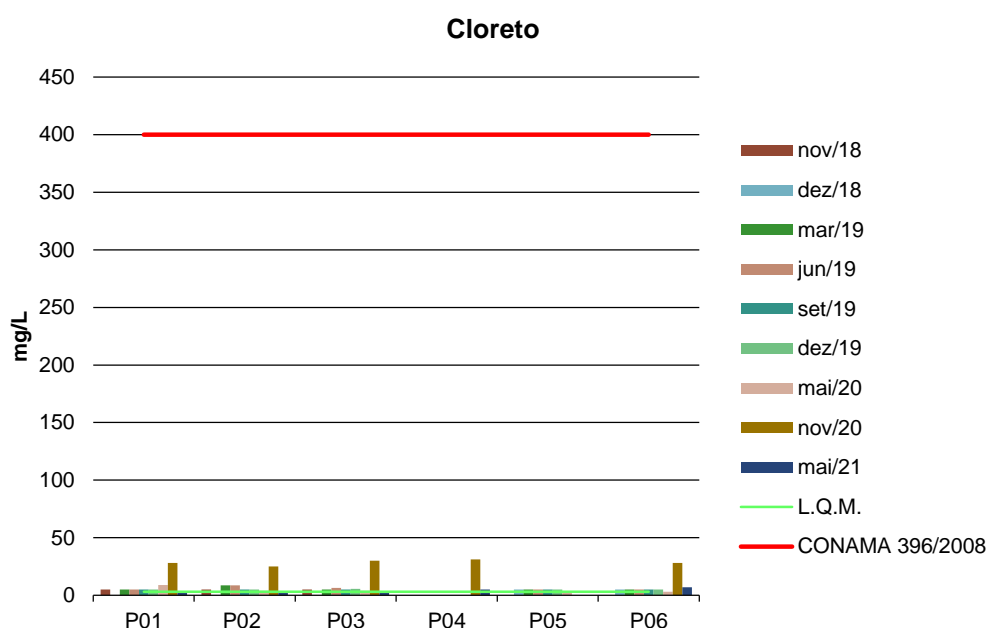


5.1.1. Cloreto

Os cloretos são ânions 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 281,9 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_{5,20°C}, 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 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.

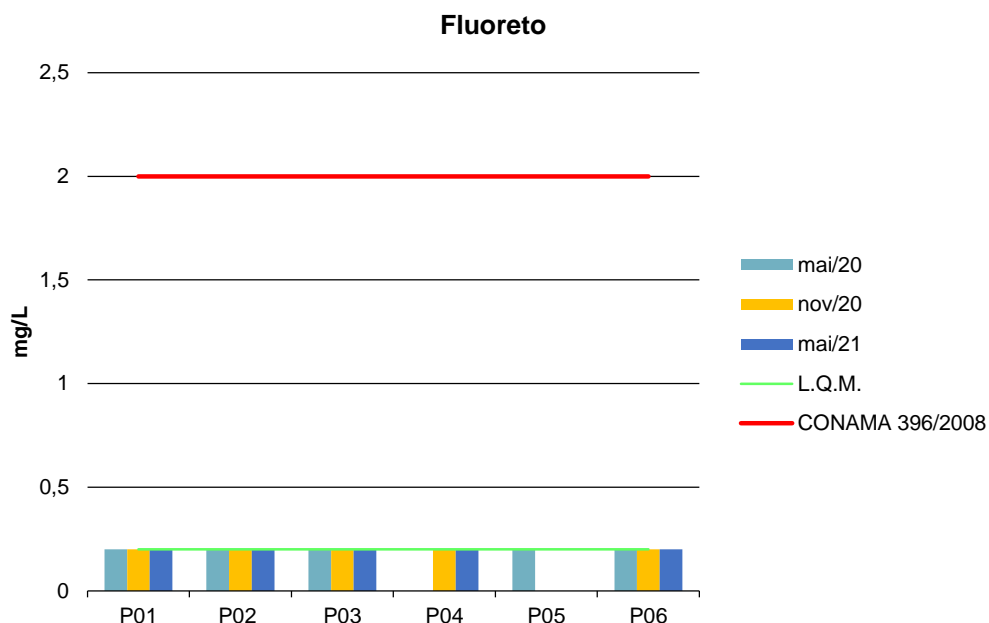
Na ingestão, o sal de flúor é rapidamente veiculado através da corrente sanguínea, ocorrendo uma deposição de íons fluoretos nos tecidos mineralizados – ossos e dentes. Não havendo deposição nos tecidos moles, a parcela não absorvida, 90%, é eliminada normalmente pelas vias urinárias, ocorrendo, também, 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.

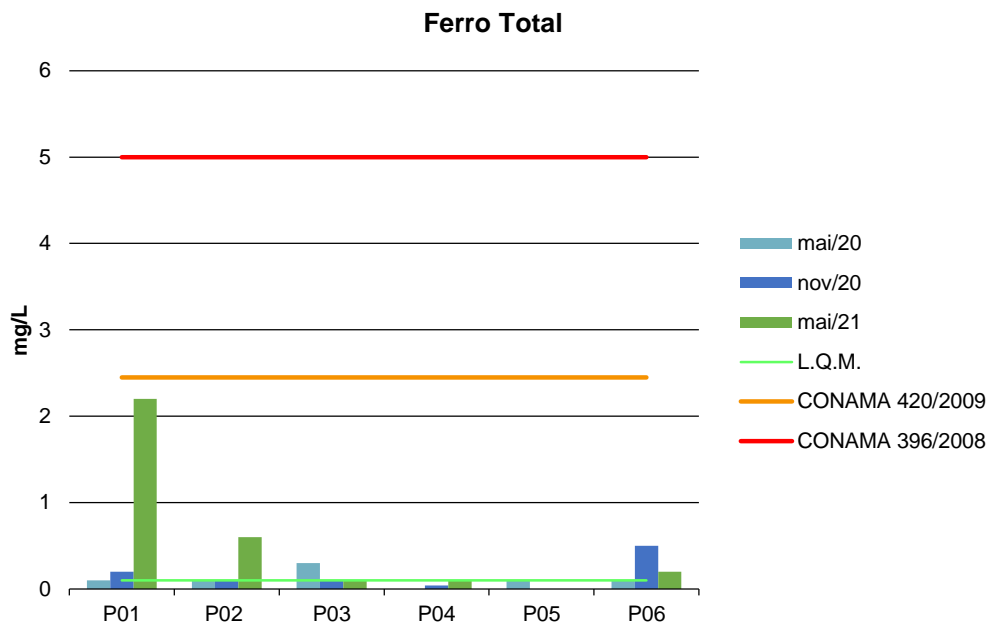


5.1.6. Ferro

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

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

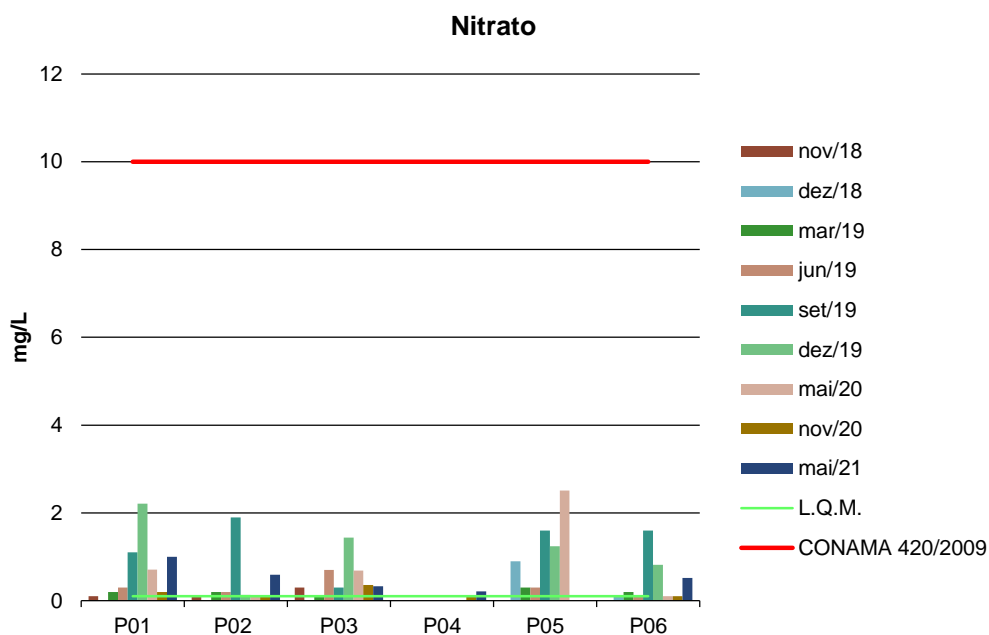
Nas amostras dos poços monitorados, as concentrações obtidas não ultrapassaram 0,42 mg/L. Contudo, as legislações vigentes não estabelecem valores máximos para esta variável.

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.



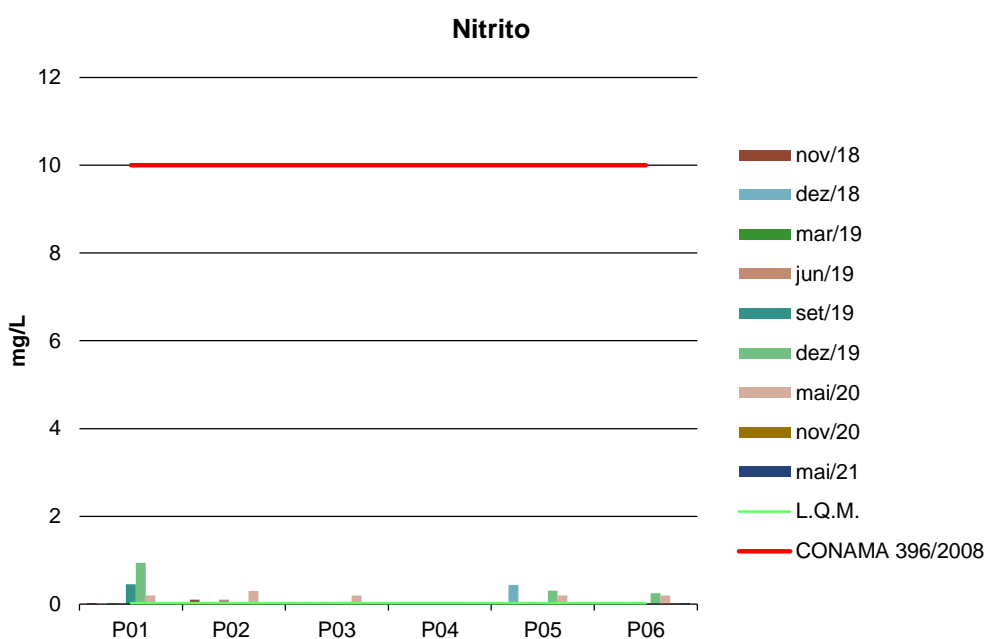
5.1.9. Nitrito

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 (NH_4^+) como na forma tóxica não ionizada (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 (NH₃).

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.

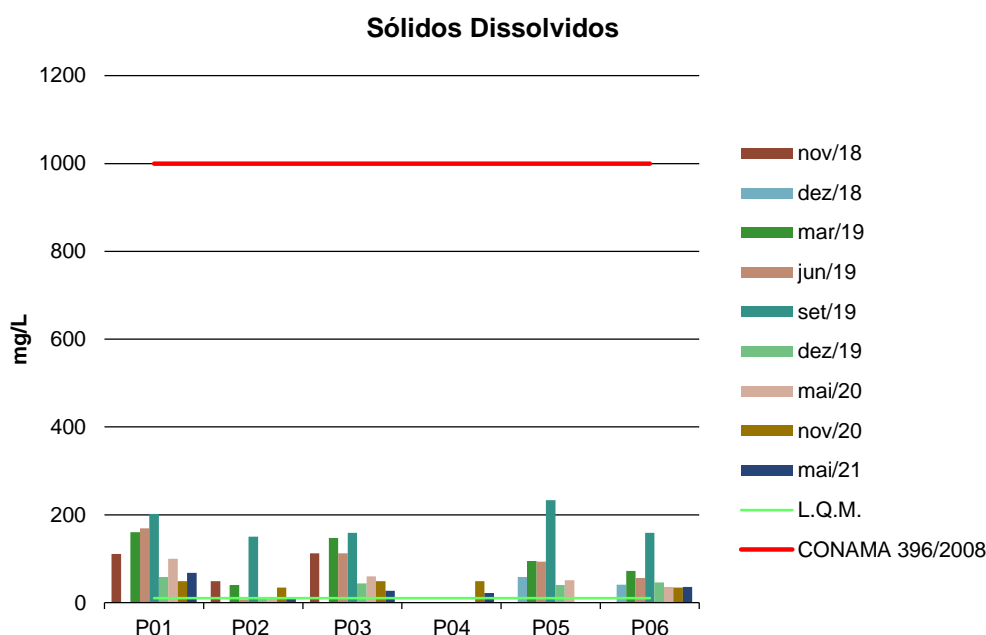
5.1.13. Sólidos Totais, Dissolvidos e Voláteis

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.

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

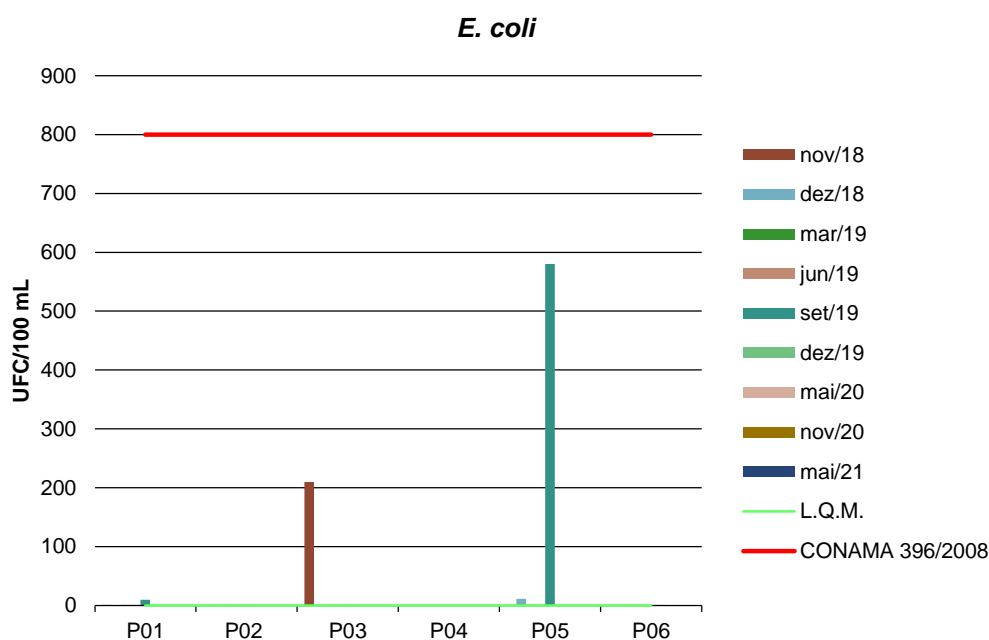


5.1.14. *E. coli*

A espécie *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -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 2021 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.

Nas campanhas de maio e novembro de 2020 as maiores variações foram obtidas para os parâmetros Cor (P1 e P3 em maio, e P1 em novembro), Condutividade (P1 em novembro), Dureza (P1 em maio), Sólidos Dissolvidos (P1 em maio), Sólidos Suspensos (P5 em maio) e Sólidos Totais (P1 e P5 em maio, P1 e P2 em novembro). Em geral, a campanha de maio obteve os maiores valores, sendo observadas variações sazonais nos parâmetros Cloreto, Dureza e Série Nitrogenada. Todos os resultados ficaram bem abaixo do Valor Máximo Permitido pelas legislações vigentes.

Na campanha de maio de 2021 a maior variação ocorreu para o parâmetro Ferro no poço P1, porém, ainda em acordo com as legislações vigentes. Os demais parâmetros não apresentaram variações significantes entre os poços analisados.

Ressalta-se que os poços que não possuem resultados de análise estavam secos no momento das coletas de água.

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.** 22st 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 – ART-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANEXO 02 – CERTIFICADOS DE ANÁLISE





**ANEXO 01 –
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA-ART**



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

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

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

Código de Emissão: **FB59991F-1D3E-4DB8-B72F-3CC2E79A2DF9**
Data de Emissão: **27/05/2021**
Data de Validade: **26/06/2021**

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

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

Observações Gerais:

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

-MANTER EM LOCAL VISÍVEL NO ESTABELECIMENTO-



**ANEXO 02 –
CERTIFICADOS DE ANÁLISE**



CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2699/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: P1-Poço de Monitoramento 01	Número de amostra: 585.21
Coordenada do Ponto: 19° 58.217'S; 53° 15.947'O	
Responsável pela coleta: Marcos	Profissão: Técnico de coleta
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 15:18
Temperatura da amostra (°C): 23,3	Temperatura do ar (°C): 30,0
Profundidade: 11,0 m	Nível de água: 9,5m
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. receb: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	22,74	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	SM 4500 B	3,0	<3,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	28,1	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	71,3	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O ₂	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	2,20	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	<0,01	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	1,00	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	NBR 13796	0,10	0,20	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	6,70	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	6,50	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	7,70	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	8,1	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	7,4	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	68	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	12	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	80	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	15,71	---





CERTIFICADO DE ANÁLISE

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1	0,7 x 10 ¹	---

5. OBSERVAÇÕES

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

Campo Grande – MS, 14 de junho de 2021

Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2700/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: P2-Poço de Monitoramento 02	Número de amostra: 586.21
Coordenada do Ponto: 19° 55.039'S; 53° 18.341'O	
Responsável pela coleta: Marcos	Profissão: Técnico de Coleta
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 16:12
Temperatura da amostra (°C): 21,4	Temperatura do ar (°C): 30,0
Profundidade: 8,0 m	Nível de água: 3,5 m
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. receb: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	<5,0	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	SM 4500 B	3,0	<3,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	27,1	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	52,3	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O ₂	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	0,60	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	<0,01	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,59	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	NBR 13796	0,10	0,52	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	3,88	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	3,36	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	4,48	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	8,0	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	6,90	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	<10	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	18	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	24	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	14,8	---





CERTIFICADO DE ANÁLISE

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1,0	3,0 x 10 ²	---

5. OBSERVAÇÕES

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

Campo Grande – MS, 14 de junho de 2021

Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2701/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: P3-Poço de Monitoramento 03	Número de amostra: 587.21
Coordenada do Ponto: 19° 53.728'S; 53° 18.919'O	
Responsável pela coleta: Marcos	Profissão: Técnico de Coleta
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 13:23
Temperatura da amostra (°C): 24,0	Temperatura do ar (°C): 30,0
Profundidade: 6,5 m	Nível de água: 4,5m
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. receb: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	10,61	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	SM 4500 B	3,0	<3,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	27,3	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	64,5	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O ₂	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	5,9	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	<0,01	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,33	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	NBR 13796	0,10	0,41	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,88	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,47	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	8,23	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	7,9	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	7,10	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	27	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	185	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	212	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	16,1	---





CERTIFICADO DE ANÁLISE

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1,0	Ausente	---

5. OBSERVAÇÕES

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

Campo Grande – MS, 14 de junho de 2021

Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2702/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: P4-Poço de Monitoramento 04	Número de amostra: 588.20
Coordenada do Ponto: 19° 56.641'S; 53° 17.813'O	
Responsável pela coleta: Marcos	Profissão: Técnico de Coleta
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 17:17
Temperatura da amostra (°C): 22,0	Temperatura do ar (°C): 30,0
Profundidade: 3,0 m	Nível de água: 2,5 m
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.06.2021	Resp. receb: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	12,1	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	SM 4500 B	3,0	5,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	26,1	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	42,3	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O ₂	SM 5220 C	10,0	<10,0	---
Dureza	mg/L	SM 2340 C	2,0	7,8	---
Ferro Total	mg/L Fe	POP FQ 19	0,10	<0,10	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	<0,01	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,21	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	NBR 13796	0,10	0,23	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	10,13	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	9,90	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	10,35	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	7,9	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	7,30	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	22	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	58	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	80	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	11,3	---





CERTIFICADO DE ANÁLISE

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1,0	0,8 x 10 ¹	---

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, 14de junho de 2021

Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região





CERTIFICADO DE ANÁLISE

LAUDO ANALÍTICO Nº 2703/2021

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

2. DADOS DA AMOSTRAGEM	
Ponto de coleta: P6-Poço de Monitoramento 06	Número de amostra: 589.21
Coordenada do Ponto: 19° 57.885'S; 53° 18.331'O	
Responsável pela coleta: Allan	Profissão: Biólogo
Data da coleta: 26.05.2021	Hora da coleta: 15:42
Temperatura da amostra (°C): 24,1	Temperatura do ar (°C): 30,0
Profundidade: 7,0m	Nível de água: 2,0 m
Condições do tempo: Aberto	Tipo da amostra: Simples
Data de recebimento: 27.05.2021	Resp. receb: Kamilla P. dos Santos

3. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS					
Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	5,0	15,1	---
Cloreto	mg/L Cl ⁻	SM 4500 B	3,0	7,0	---
Condutividade	µ s/ cm	NBR 14340	0,1	28,2	---
Cor	mg/L	SM 2120 B	5,0	41,2	---
DBO _{5,20°C}	mg/L O ₂	NBR 12614	3,0	<3,0	---
DQO	mg/L O ₂	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	0,20	2,45
Fluoreto	mg/L	POP FQ 20	0,20	<0,20	---
Fósforo Total	mg/L P	SM 4500 D	0,01	<0,01	---
Nitrato	mg/L N	POP FQ 28	0,10	0,52	10
Nitrito	mg/L N	SM 4500 B	0,02	<0,02	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₃	NBR 13796	0,10	036	---
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	POP FQ 30	0,10	7,55	---
Nitrogênio orgânico	mg/L N	POP FQ 30	0,10	7,19	---
Nitrogênio Total	mg/L N	SM 4500 C	0,10	8,09	---
Ortofosfato	mg/L P	SM 4500 P	0,01	<0,01	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	SM 4500 C	0,1	8,3	---
pH	---	USEPA 150.1	0,10	7,1	---
Sólidos Dissolvidos	mg/L	NBR 10664	10	36	1000
Sólidos Suspensos	mg/L	NBR 10664	10	28	---
Sólidos Totais	mg/L	NBR 10664	10	64	---
Turbidez	UNT	SM 2130 B	0,1	7,1	---





CERTIFICADO DE ANÁLISE

4. RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Parâmetro	Unidade	Metodologia	L.Q.M	Resultado	CONAMA 420/2009 Água Subterrânea
<i>E.Coli</i>	U.F.C./100mL	SM 9222 D	1,0	Ausente	---
Coliformes Totais	U.F.C./100ml	SM 9222 B	1,0	3,0 x 10 ²	---

5. OBSERVAÇÕES

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

Campo Grande – MS, 14 de junho de 2021

Roney A. Gomes

Químico Responsável
CRQ 20200002 – XX Região



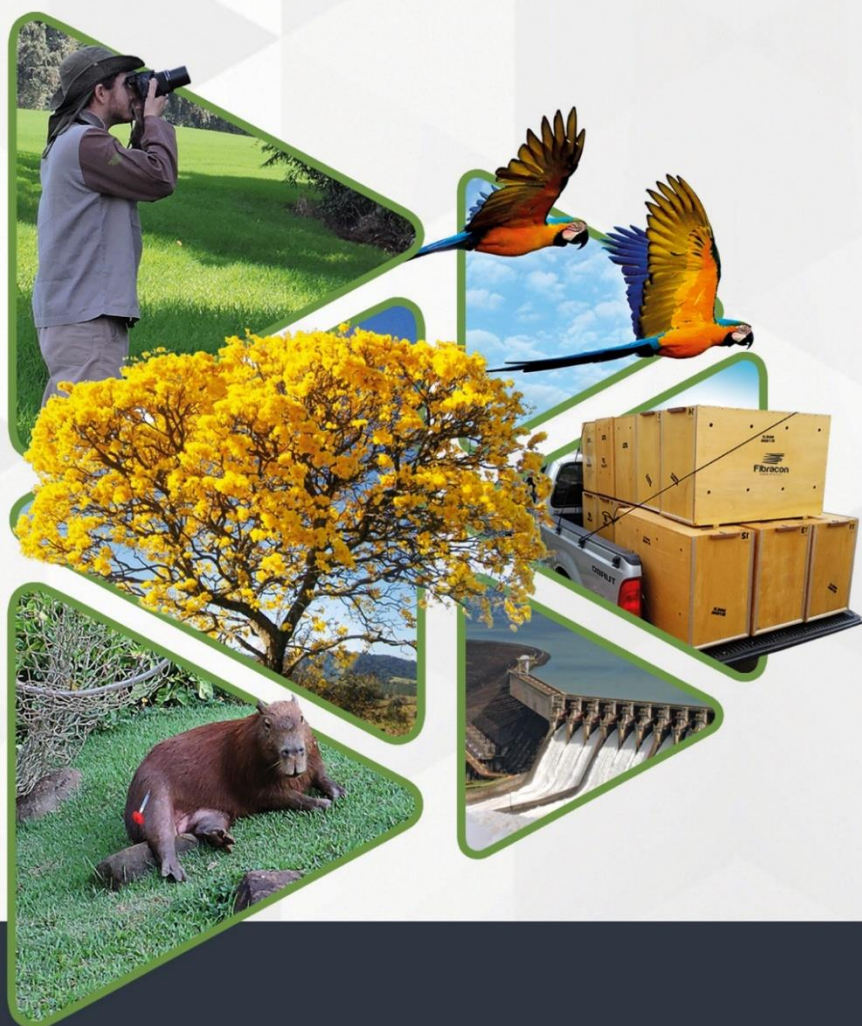
ANEXO 04

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

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS

PCH Verde 4

RELATÓRIO TÉCNICO




Fibracon
AMBIENTAL

Água Clara - MS
Fevereiro de 2021

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

E-mail: 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: 064.020/01-D
Mariana da Silva Oliveira (Coleta de dados)	CRBio: 120.184/01-D
Daniele Louise Cesquin Campos	CRBio: 100.877/01-D

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	5
2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	5
3. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS	6
4. ZOOPLÂNCTON	10
4.1. Metodologia	11
Coleta de dados	11
Análise de dados.....	11
4.2. Resultados e Discussão.....	12
Riqueza de espécies, densidade e diversidade	12
Histórico de parâmetros monitorados.....	14
Espécies e grupos bioindicadores	20
4.3. Considerações Finais.....	21
5. FITOPLÂNCTON.....	22
5.1. Metodologia	22
Coleta de dados	22
Análise de dados.....	23
5.2. Resultados e Discussão.....	24
Registros de riqueza e abundância	24
Sistema em Cascata	27
Legislação e espécies relevantes.....	28
5.3. Considerações Finais.....	29
6. BENTOS	29
6.1. Metodologia	30
Coleta de dados	30
Análise de dados.....	31
6.2. Resultados e Discussão.....	32
Riqueza de espécies, densidade e diversidade	32
Espécies e grupos bioindicadores	43
6.3. Considerações Finais.....	44

7. PERIFÍTON.....	45
7.1. Metodologia	45
Coleta de dados	45
Análise de dados.....	46
7.2. Resultados e Discussão.....	46
Registros de riqueza e abundância	46
Sistema em Cascata	51
7.3. Considerações Finais.....	53
8. MACRÓFITAS	53
8.1. Metodologia	54
Descrição das áreas amostrais	54
Histórico de áreas monitoradas.....	54
Coleta de dados	58
Análise qualitativa	58
Análise quantitativa	59
8.2. Resultados e Discussão.....	60
Análise Qualitativa.....	60
Análise Quantitativa.....	68
Curva do coletor	69
8.3. Resultados Consolidados	70
8.4. Considerações Finais.....	74
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
10. ANEXOS	84
ANEXO I	85

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 2021, realizados no mês de fevereiro, 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), o município de Campo Grande/MS, seguindo 97,4 km pela rodovia BR - 262 em direção ao município de Ribas do Rio Pardo/MS. Passando por Ribas do Rio Pardo, na estrada MS - 357, percorrem-se cerca de 112 Km, até o entroncamento, entrando-se a direita na estrada MS-245 segue-se 35 Km, e entrando em uma estrada vicinal percorre-se cerca de 14km até a entrada do empreendimento.

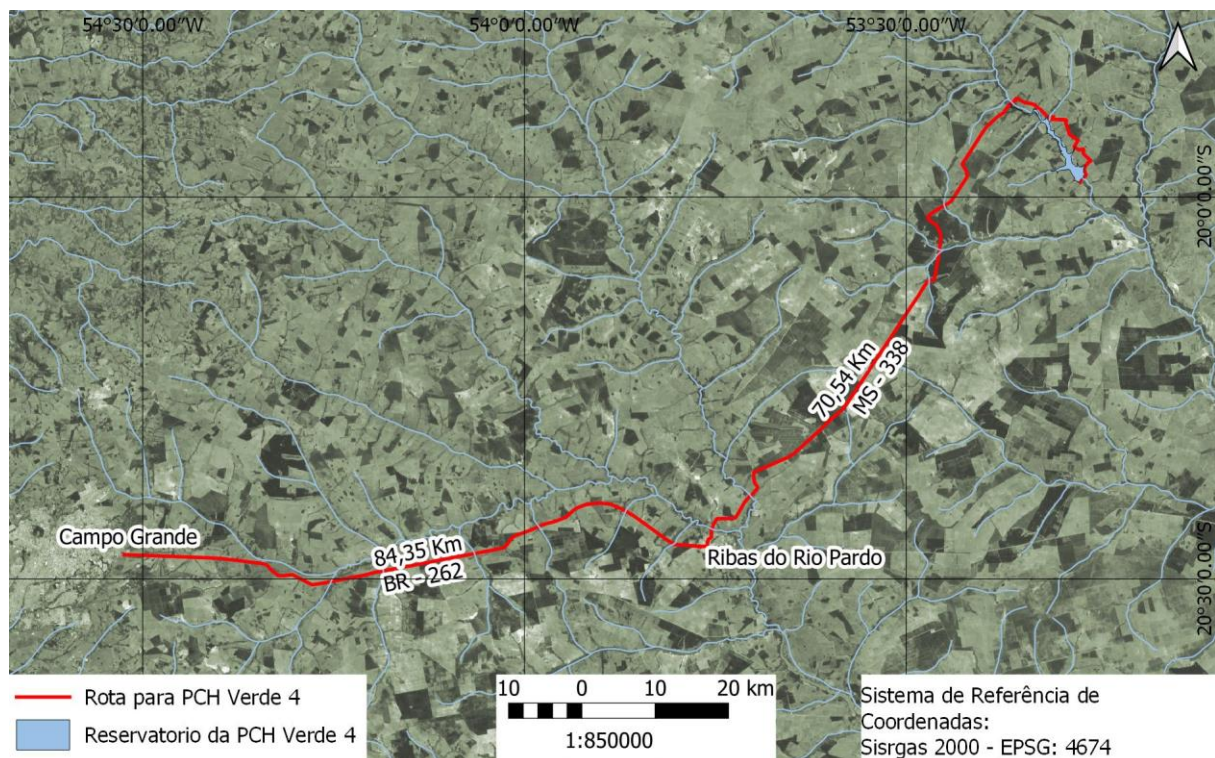


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

3. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

As amostragens de comunidades aquáticas são realizadas em quatro estações de estudos para cada grupo funcional de organismos aquáticos.

Nas estações localizadas a montante e a jusante do reservatório, são realizadas amostragens semestrais de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos, perifíton e ictiofauna, além de amostragens de ictioplâncton nas estações chuvosas, estas concentradas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A estação à montante representa a estimativa dos parâmetros de controle, sem o efeito do empreendimento, enquanto na 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 (Tabela 1). Cada uma dessas estações recebe amostragens de fitoplâncton e zooplâncton na linha mediana no reservatório, além de amostragens macroinvertebrados bentônicos de perifíton a partir das margens.

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

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

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



Figura 2. Trecho do rio Verde estudado no monitoramento de comunidades aquáticas a montante da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fevereiro de 2021.

Transição do Reservatório: O trecho selecionado está localizado na porção intermediária entre a zona lótica e lêntica 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 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 fitoplâncton na área intermediária do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fevereiro de 2021.

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. Nessa estação as amostras de macroinvertebrados bentônicos e perifíton foram obtidas em vegetação inundada junto à margem do reservatório (Figura 4), enquanto as amostras de zooplâncton e fitoplâncton sub-superficial foram obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório (Figura 5).

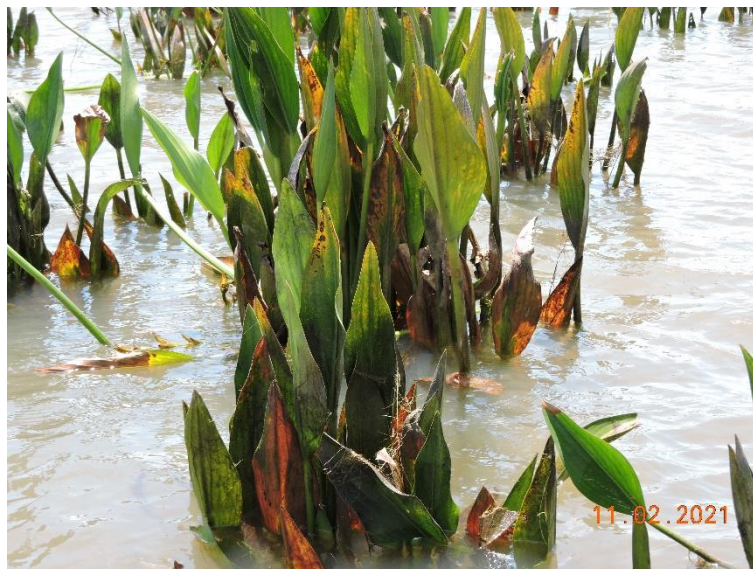


Figura 4. Local de amostragem de perifíton e zoobentos na área limnética do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fevereiro de 2021.



Figura 5. Local de amostragem de plâncton na área limnética do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fevereiro de 2021.

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 6) 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 6. Trecho a jusante do barramento no monitoramento de comunidades aquáticas na PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fevereiro de 2021.

4. ZOOPLÂNCTON

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 Mato Grosso do Sul (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.

4.1. Metodologia

Coleta de dados

Para amostragem da biocenose zooplanctônica foram obtidas amostras subsuperficiais 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 filtrados em rede de plâncton com 68 µm de abertura da malha, para obter amostras concentradas. O concentrado pela rede é misturado, em frasco para conter a amostra na proporção de 1:1 com solução de formaldeído 8%, resultando em concentração final de 4%, para preservação e conservação do material biológico.

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

Organismos tipicamente 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.

Análise de dados

A densidade dos organismos zooplanctônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m³, 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);
- "Vanalizado" é o volume de subamostras 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.

4.2. Resultados e Discussão

Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Na campanha realizada em fevereiro de 2021 registramos 19 formas ou táxons, com densidade de 54.838 indivíduos por metro cúbico de água nas amostras de

zooplâncton (Tabela 2). Comparativamente, na campanha de agosto de 2020 registramos 27 formas ou táxons, com densidade de 84.568 ind./m³ (Tabela 2).

Houve registro dos principais grupos esperados na composição do zooplâncton dulcícola, com boa representatividade de Rotifera (Figura 7), microcrustáceos Copepoda, microcrustáceos Cladocera (Figura 8) e poucos registros de protozoários (Tabela 2).

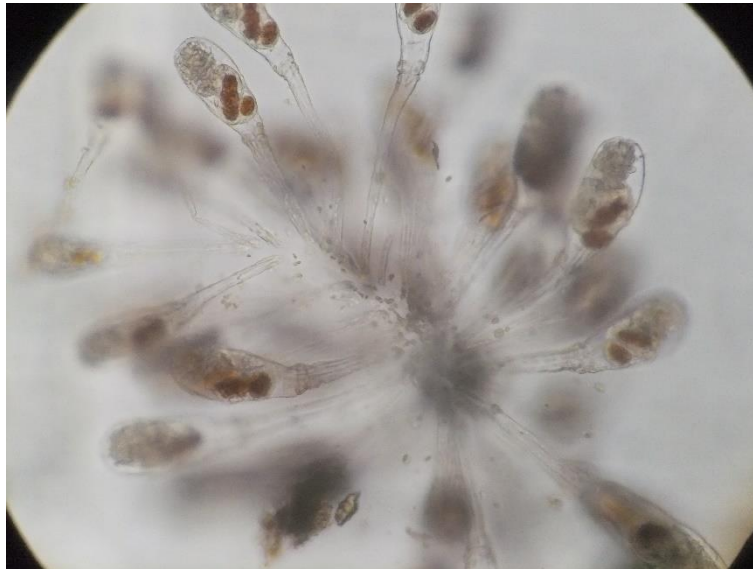


Figura 7. Colônia de *Conochilus unicornis* (Rotifera) registrada na região limnética do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fotografia em microscópio com ampliação de 200 vezes. Fevereiro de 2021.

Mesmo sem a presença de espécie dominante, houve concentração da abundância relativa por formas imaturas de microcrustáceos Calanoida nesta campanha, resultando em valor do índice de equidade de Pielou de 0,79 (numa escala de zero a um), relativamente baixo. Como equidade é um dos componentes da diversidade, houve registro de índice de diversidade de Shannon de 2,2. Comparativamente, na campanha de abril de 2020 foram registrados valores de equidade de Pielou de 0,88 e índice de diversidade de Shannon de 2,26, enquanto na campanha de agosto de 2020 equidade de Pielou de 0,59 (numa escala de zero a um) e índice de diversidade de Shannon de 1,7.

Os grupos mais abundantes nesta campanha foram Rotifera (37,8% da abundância), microcrustáceos Calanoida (32,8%), microcrustáceos Cladocera (24,5%), microcrustáceos Cyclopoida (4,6%) e protozoários (0,23%), com registros de organismos bentônicos apenas nas análises qualitativas.



Figura 8. Exemplar de *Ceriodaphnia* sp. (microcrustáceo Cladocera) registrado na região limnética do reservatório da PCH Verde 4, Água Clara, MS. Fotografia em microscópio com ampliação de 100 vezes. Fevereiro de 2021.

Histórico de parâmetros monitorados

Inicialmente, é preciso considerar as mudanças metodológicas no histórico de monitoramento de zooplâncton na área da PCH Verde 4 para parear os dados disponíveis no histórico de monitoramento. Na campanha de outubro de 2018 houve coleta e análise apenas a montante e jusante do empreendimento, configurando o pré-enchimento. No campanhas do pós-enchimento, em dezembro de 2018 e março de 2019, bem como em outubro de 2019, já na fase de operação, ocorreu coleta à montante, à jusante e no trecho limnético do reservatório (BIOLÁQUA, 2020). Em abril de 2020, além de manter esses três pontos anteriores, iniciamos a amostragem na transição fluvial-limnética do reservatório, resultando em quatro pontos (Tabela 2).

Para comparação no histórico de dados, os pontos de 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 de abril de 2020.

No pré-enchimento ocorreram as menores densidades do zooplâncton monitorado, com boa representatividade de todos os grupos componentes, incluindo protozoários,

rotíferos, cladóceros e copépodos, estes um pouco mais abundantes (Tabela 2). Desde o pós-enchimento até a campanha recente, Rotifera foi frequentemente o grupo mais importante na composição do zooplâncton, mas com boa equidade em relação a microcrustáceos Cladocera e Copepoda, com baixa abundância relativa de protozoários e organismos bentônicos (Tabela 2).

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

Microcrustáceos Cladocera tiveram registros mais constantes desde o enchimento do reservatório, com continuidade de registros das principais famílias e gêneros taxonômicos com variações taxonômicas possivelmente decorrentes de diferenças na identificação em nível de gênero ou em nível de espécie. Como o esperado, a representatividade de Cladocera foi maior no reservatório e à sua jusante (Tabela 2), ambientes onde a produtividade planctônica permite o estabelecimento de cadeia alimentar mais complexa.

Tabela 2. Tâxons registrados, densidades (organismos por metro cúbico) em cada ponto de amostragens e índice parcial da comunidade Zooplancônica (ICZp), nas etapas do monitoramento na área da PCH Verde 4, Água Clara, MS.

Fonte de dados →		BIOLÁQUA (2020)											FIBRACON (2020)													
Fases →		Pré-enchimento			Pós-enchimento						Operação															
Período →		Out.2018			Dez.2018			Mar.2019			Out.2019			Abr.2020				Ago.2020				Fev.2021				
Tâxons↓	Pontos→	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	Montante	Transição do reservatório	Região limnética do reservatório	Jusante	
ROTIFERA																										
Ovo Rotifera															520									1390	X	
Bdelloidea			1180	1346							1173															
Brachionidae																										
<i>Anuraeopsis navicula</i>																		1330								
<i>Brachionus dolabratus</i>																							1920		1022	482
<i>Brachionus falcatus</i>						15577	3615																504			
<i>Brachionus sp.</i>																							2780			
<i>Keratella americana</i>										1692																
<i>Keratella cochlearis</i>							1808				1173															
<i>Plationus patulus</i>																									X	
Collothecidae																										
<i>Collotheca sp.</i>										5077	1173	1635														
Conochilidae						1558																				
<i>Conochilus coenobasis</i>										20308														964	15333	X
<i>Conochilus unicornis</i>																								4600		
Epiphanidae																										
<i>Epiphanes sp.</i>																		X								
Gastropodidae																										
<i>Asocomorpha sp.</i>												2558												964	4600	
Hexarthridae																										
<i>Hexarthra intermedia</i>																										
<i>Hexarthra mira</i>															1040	1250		1330	1440	5560	960			482	5622	
<i>Hexarthra sp.</i>						18692					3519	3837														
Lecanidae																										
<i>Lecane sp.</i>						1558																				
<i>Monostyla spp.</i>						6231	1808		1846	1692																
Lepadellidae																										
<i>Lepadella sp.</i>				1346																						
Proalidae																										
<i>Proales sp.</i>																		X								
Synchaetidae																										
<i>Polyarthra sp.</i>						3115	1808			5077		1279												X		
<i>Synchaeta oblonga</i>																								2780		
<i>Synchaeta sp.</i>																							504	1447	46511	X
Testudinellidae																										
<i>Testudinella patina</i>																								1390		
<i>Testudinella sp.</i>						1558												X								
Trochosphaeridae																										
<i>Filinia longiseta</i>																625		X	X	1390	1920					
<i>Filinia opoliensis</i>																		X	X							
COPEPODA																										
Ovos de Copepoda																										
Náuplio de Copepoda		12115	5900		3115	16269	3231	3692	20308	8212		16346						X								
Cyclopoida																										
Copepodito Cyclopoida		1731			1558	7231		1846	6769			1635							1440	15290	2880	1513	1447	1533	1447	

Nauplio Cyclopoida												505				2660	4320	72280	1920		X	3578	482	
<i>Microcyclops anceps</i>														625	490									
Calanoida																								
Copepodito Calanoida			1808				11077	20308	3519	1279	3269	1515												
Nauplio Calanoida												1010	520	1875	X	1330		9730			2018	482	18911	4822
<i>Notodiaptomus oliveirai</i>												2020			2660	2880	151510	6720		3531	8680	30156	3376	
<i>Notodiaptomus</i> sp.																	1440							
CLADOCERA																								
Bosminidae																								
<i>Bosminiopsis deitersi</i>									1173		1635	X			980	X	5760	9730	960			2411		482
Chidoridae																								
<i>Acropterus tupinamba</i>														X			X							
Daphniidae																								
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>							8077	22154	37231	3519		3269	2525			4410	X	X	5560	2880		4036		
<i>Ceriodaphnia laticauda</i>																		X	X	X				
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>												1515												
<i>Ceriodaphnia</i> sp.			1808																		X	482	8689	3858
<i>Simocephalus serrulatus</i>																1470		X	8340	960				
Monidae																								
<i>Moina minuta/micrura</i>								1692																
Sididae																								
<i>Diaphanosoma brevireme</i>												3535												
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>																					1513	3376	26578	2411
<i>Diaphanosoma</i> sp.	1731	1770				19885	1846		3519		6538													
PROTOZOÁRIO - Rhizaria																								
Euglyphidae																								
<i>Euglypha</i> sp.							1615		1692															
PROTOZOÁRIO - Tecamebas																								
Arcellidae																								
<i>Arcella arenaria</i>																		X				504		
Centropyxidae																								
<i>Centropyxis</i> sp.						1558																		
Grupos BENTÔNICOS	1731	590																						
Hydracarina																X								
Ovo de Insecta																		1390						
Chironomidae																	1440					X		
Densidade (ind/m³)	17308	-	9440	2692	54520	56040	12923	42461	121846	26980	8953	34327	12625	2080	4375	8330	9310	18720	289120	21120	14124	20736	167133	17360
Riqueza (taxa/amostra)	4	-	4	2	10	9	3	6	11	9	4	7	8	4	4	6	14	14	15	11	10	12	12	11
ICZp (Calanoida/Cyclopoida)	0,00			0,00	0,25			6,00	3,00	0,00	0,00	2,00	9,00	0,00	3,00	2,00	1,5	0,8	1,8	1,4	3,7	6,3	9,6	4,3

Microcrustáceos Copepoda também dependem de cadeia alimentar mais complexa, e foram registrados em todas as campanhas e em quase todas as amostras (Tabela 2). A proporção entre os subgrupos Calanoida e Cyclopoida variou intensamente entre pontos e entre campanhas, provavelmente seguindo pequenas oscilações no estado trófico do ambiente, o que é aproveitado na bioindicação de qualidade da água, como tratado no tópico seguinte.

O ponto montante da PCH Verde 4 representa, concomitantemente, jusante para a PCH Verde 4A, e recebe desta organismos planctônicos à deriva e níveis de nutrientes na água que refletem a qualidade ambiental de toda a bacia e do reservatório a montante. Nesse ponto ocorrem oscilações de representatividade do zooplâncton e do índice ICZp (Gráfico 1).

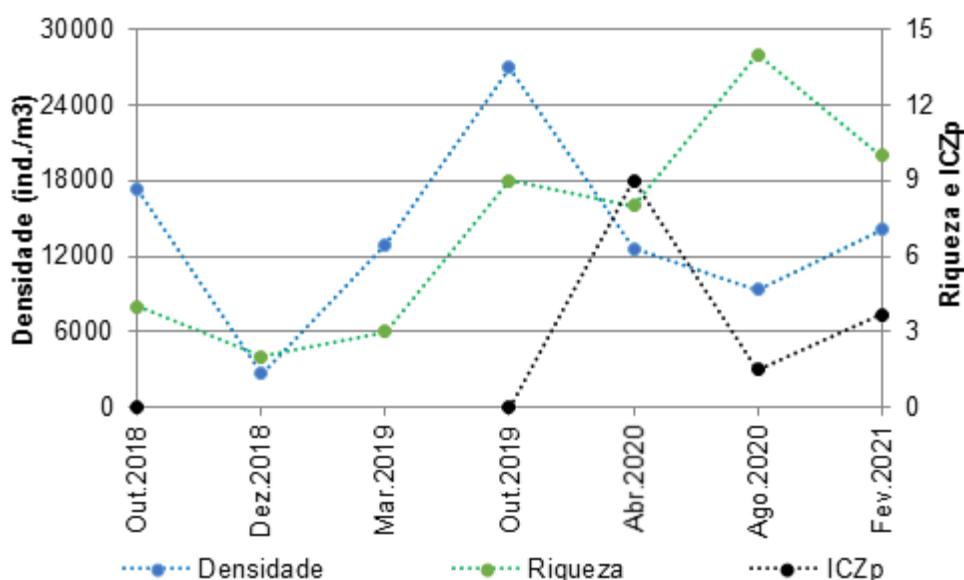


Gráfico 1. Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento à montante da PCH Verde 4.

Na transição fluvial-limnética do reservatório da PCH Verde 4, onde há dados de menos campanhas de monitoramento, registramos densidade e riqueza taxonômica intermediárias em comparação aos demais pontos e campanhas, com maior continuidade da densidade zooplancônica, mas também com flutuações dos demais parâmetros, considerando esses dados preliminares (Gráfico 2).

O histórico da área limnética do reservatório também apresentou oscilações, com picos de riqueza taxonômica e densidade no pós-enchimento (dezembro de 2018) e

na operação (agosto de 2020), com diminuição desses parâmetros (Gráfico 3) até abril de 2019 (fase de operação) sendo que o ICZp apresentou tendência de seguir elevação nas respectivas campanhas subsequentes (Gráfico 3).

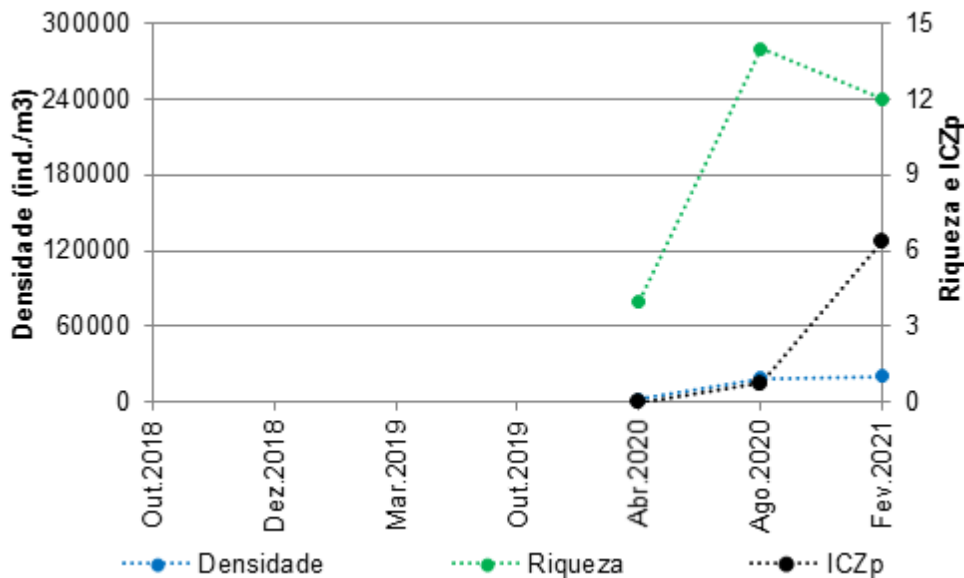


Gráfico 2. Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento na transição fluvial-limnética do reservatório da PCH Verde 4.

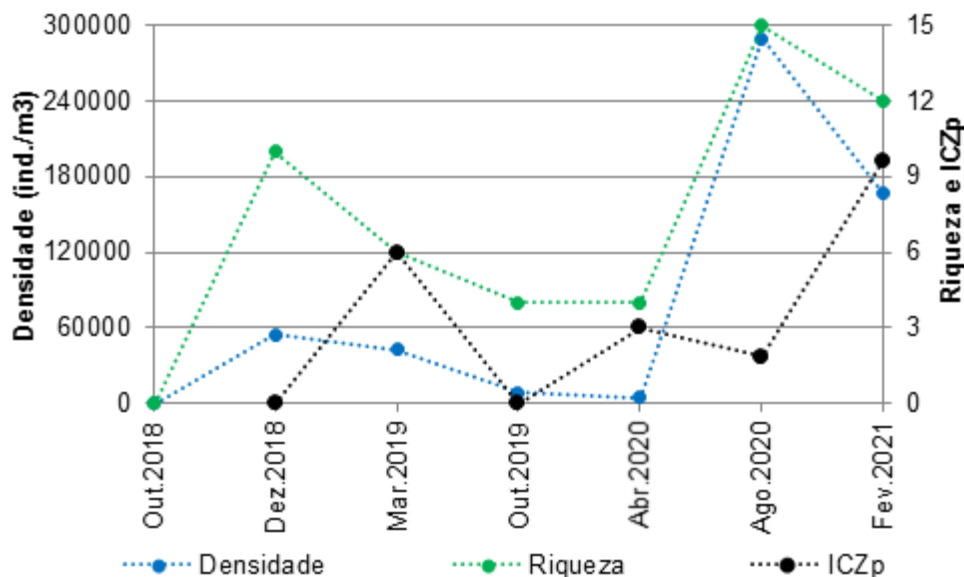


Gráfico 3. Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento da área limnética do reservatório da PCH Verde 4.

A amostras a jusante também apresentaram alta dos parâmetros riqueza e densidade no pós-enchimento (março de 2019), seguido de queda até abril de 2020 e alta riqueza taxonômica nas duas campanhas recentes (Gráfico 4), porém com ICZp muito mais estável (e próximo aos valores ideais) em comparação aos demais pontos.

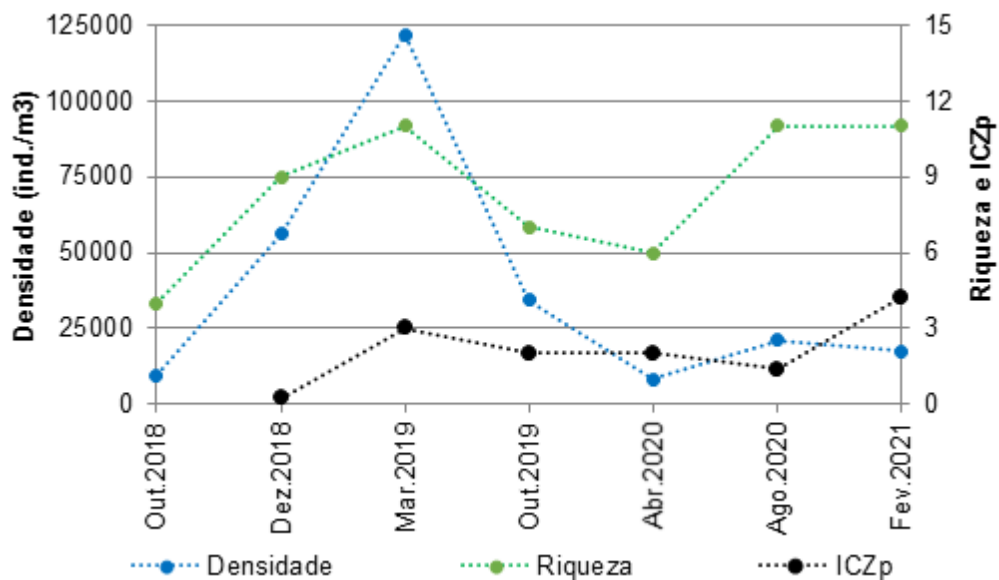


Gráfico 4. Evolução dos parâmetros riqueza taxonômica, densidade zooplancônica e ICZp (índice parcial da comunidade zooplancônica) no histórico de monitoramento à jusante da PCH Verde 4.

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 zooplancônica parcial (ICZp), sendo o ideal entre 1 e 2.

Nesta campanha, todas as amostras apresentaram densidade de microcrustáceos Calanoida algumas vezes maior que a densidade de microcrustáceos Cyclopoida (Tabela 2), resultando em valores de ICZp de 3,7, 6,3, 9,6 e 4,3, no sentido montante-jusante. Assim, em todos os locais, o ICZp foi acima do ideal indicando condições provavelmente oligotróficas (boa qualidade da água), com alguma possibilidade de condições mesotróficas (pequeno enriquecimento trófico).

Nesta campanha foram registrados todos os principais grupos de organismos esperados, com baixa representatividade de Tecamebas. Como este grupo é beneficiado pela sedimentação e assoreamento dos ambientes, sua baixa representatividade de tecamebas pode ser também um bom indicador.

Nas campanhas recentes ocorreram registros de *Bosminiopsis deitersi*, espécie de microcrustáceo Cladocera, comum em reservatórios meso-eutróficos, mas com baixa representatividade, o que não descaracteriza oligotrofia dos ambientes.

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

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.

4.3. Considerações Finais

O registro de zooplâncton com densidade e riqueza taxonômica intermediárias, bem como composição semelhante às campanhas anteriores indica continuidade nas condições ambientais.

Em todas as amostras, a proporção entre Calanoida/Cyclopoida (ICZp) foi maior que o ideal, mas ainda não descaracterizando condições oligotróficas e boa qualidade da água nesses ambientes.

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

Os dados das três campanhas realizadas até o momento na transição fluvial-limnética do reservatório indicam condições entre oligotróficas e mesotróficas, o que será monitorado com atenção nas próximas campanhas.

5. FITOPLÂNCTON

O estado biológico de um ambiente aquático é característico para cada grau de contaminação e a avaliação da composição e abundância das biocenoses de um dado hidrossistema possibilita avaliar o seu grau de pureza ou poluição (SCHWOERBEL, 1975 *apud*. BASTOS *et al.*, 2006). O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água baseia-se nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os sistemas hídricos estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos (BASTOS *et al.*, 2006).

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

O enriquecimento de corpos aquáticos com nutrientes essenciais para fotossíntese e metabolismo disponibiliza os elementos necessários para a aceleração do crescimento destes produtores primários. Os efeitos deletérios da eutrofização não são causados diretamente pelas substâncias químicas por si, mas pela resposta dos organismos aquáticos (particularmente algas) a esses químicos. (KELLY, 2002).

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

5.1. Metodologia

Coleta de dados

As amostragens qualitativas foram feitas pela filtragem de água dos pontos amostrados utilizando-se de um balde e de rede de plâncton com malha 20µm. Estas amostras foram preservadas com solução Transeau e analisadas em microscópio com uso de lâmina e lamínula até se esgotarem os registros de novas espécies presentes em cada amostra. Para identificação da *taxa* foram utilizadas literaturas

especializadas, tais como Tell & Conforti (1986), Bicudo & Menezes (2006), Bourrelly (1981, 1985, 1988), Komárek & Fott (1983), 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 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.

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.

5.2. Resultados e Discussão

Registros de riqueza e abundância

Foram levantados um total de 17 táxons fitoplanctônicos pertencente as classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Cyanobacteria e Euglenophyceae na campanha de monitoramento da PCH Verde 4, no mês de fevereiro de 2021 (Tabela 3). O valor encontrado nesta campanha está dentro da média normalmente apresentada para esta região.

Tabela 3. Abundância (ind/ml) e riqueza (táxons/amostra) das espécies e das classes fitoplanctônicas e biovolume de cianobactérias nos pontos na área de influência da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2021. NI = não identificado. ? – identificação requer confirmação.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	2			
<i>Gomphonema gracile</i>	2			
<i>Nitzschia palea</i>		2	1	2
CHLOROPHYCEAE				
<i>Actinastrum hantzschii</i>				2
<i>Chlamydomonas</i> sp.		7		2
<i>Eutetramorus fottii</i>			1	
<i>Monoraphidium contortum</i>	2	2	7	
<i>Monoraphidium griffithii</i>	5	7	17	10
<i>Monoraphidium tortile</i>				5
<i>Schroederia setigera</i>	5	12	15	2
CRYPTOPHYCEAE				
<i>Chroomonas acuta</i>	20	15	10	7
<i>Cryptomonas marssonii</i>	10	106	103	12
CYANOBACTERIA				
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>		10		
<i>Aphanocapsa holsatica</i>	2			2
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>				5
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	1			
EUGLENOPHYCEAE				
<i>Phacus pleuronectes</i>		2		

Nos quatro pontos amostrados a riqueza variou entre 7 e 10 táxons/amostra (Tabela 4), dentro da variação já encontrada para todos os locais anteriormente. A composição dos quatro ambientes difere pouco entre si, com predominância de espécies das classes Chlorophyceae e Cryptophyceae (Tabela 4). Já a classe Chrysophyceae, registrada na maioria dos pontos nas duas campanhas anteriores, nesta não foi encontrada em nenhum deles.

A abundância de organismos se mantém mais baixa no trecho à montante do reservatório (P04) (Tabela 4). O trecho lótico abaixo do barramento (P07) apresentou redução da densidade por duas campanhas consecutivas, alcançando em fevereiro de 2021 a mesma ordem de grandeza que o trecho a montante do reservatório (P04), o ponto de controle (Gráfico 6).

Os dois ambientes semi-lênticos (P05 e P06) apresentaram valores maiores de abundância que os trechos lóticos do rio (P04 e P07) (Tabela 4) e ambos também apresentam redução gradativa desde a primeira campanha da nova fase do monitoramento (abril de 2021), principalmente no trecho de transição rio-reservatório (P05) que teve um pico de abundância em abril de 2020 (Gráfico 6).

Os dois primeiros pontos do eixo longitudinal - a montante do reservatório (P04) e o trecho de transição rio-reservatório (P05) - têm ampla dominância da classe Cryptophyceae (Gráfico 6), representada por *Chroomonas acuta* e *Cryptophyceae marssoni* (Tabela 5). Os dois pontos finais - o reservatório (P06) e a jusante do barramento (P07) - apresentam também dominância das mesmas espécies, porém com maior representatividade da classe Chlorophyceae que nos pontos anteriores.

Os valores do índice de diversidade de Shannon em todos os ambientes amostrados foram novamente baixos enquanto os de equidade variaram de baixo a alto (Tabela 4), assim como nas campanhas passadas (Gráfico 7). Ambos os índices são menores nos trechos semi-lênticos (P05 e P06) que nos trechos lóticos (P04 e P07).

Tabela 4. Atributos da comunidade fitoplanctônica nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2021.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
Abundância total (ind/ml)	49	163	154	49
Riqueza total (táxons/amostra)	9	9	7	10
Shannon (H') (bits/ind)	1,76	1,30	1,12	2,07
Equidade (J')	0,80	0,59	0,58	0,90
Biovolume de cianobactérias (mm³/l)	0,001	0,001	0	0,003

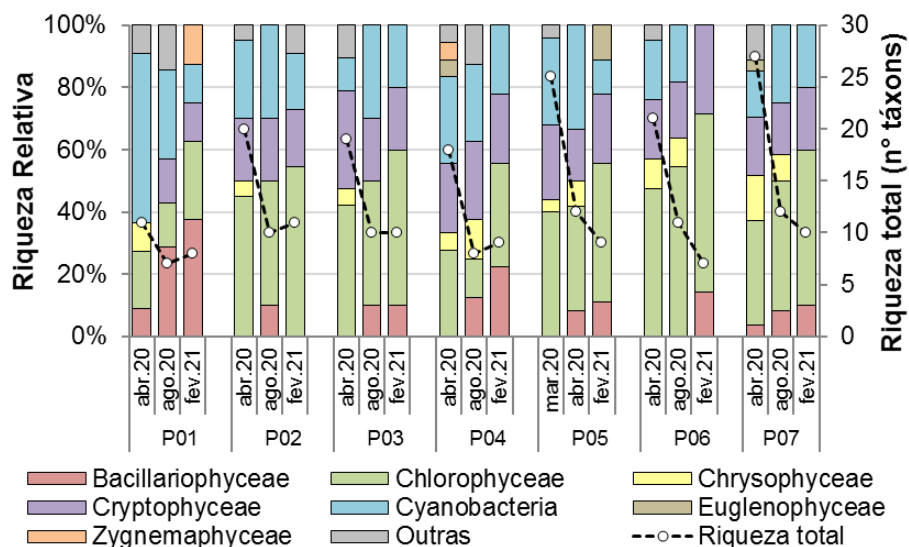


Gráfico 5. Compilação dos valores de riqueza total e relativa nos pontos na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4. Água Clara, MS

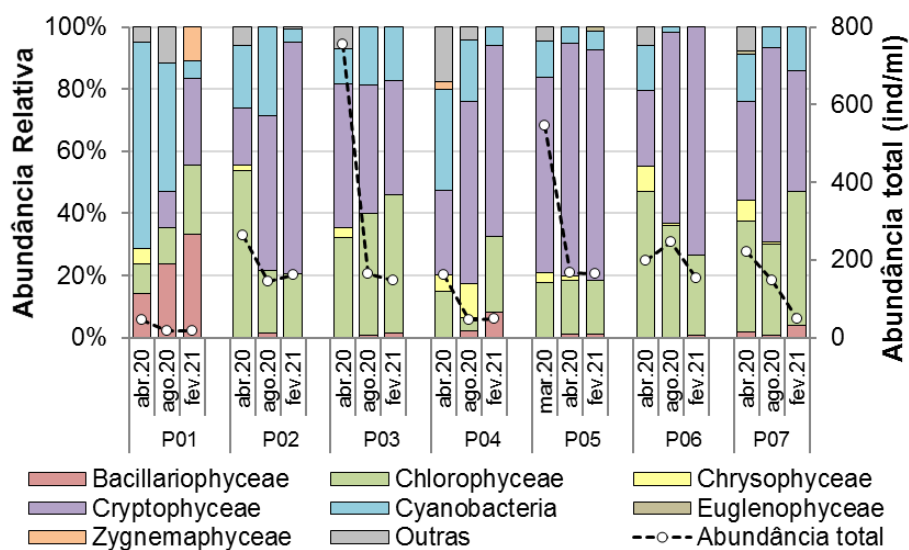


Gráfico 6. Compilação dos valores de abundância total e relativa nos pontos na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4. Água Clara, MS

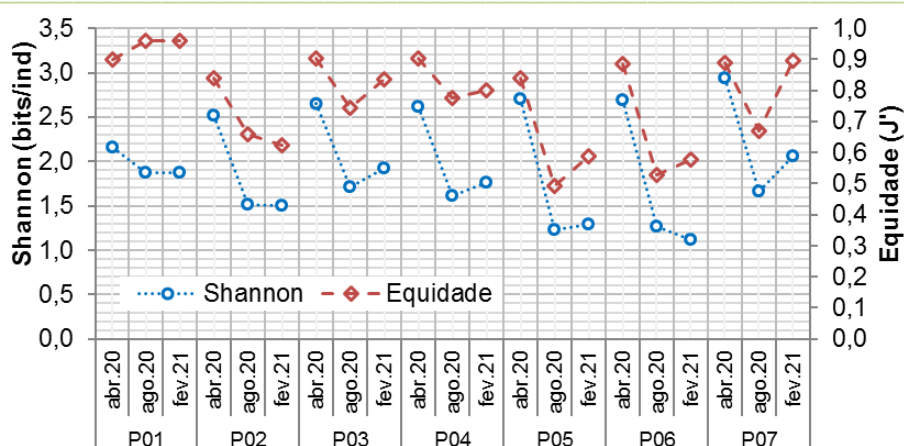


Gráfico 7. Compilação dos valores dos índices de diversidade de Shannon e equidade de Pielou nos pontos na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4. Água Clara, MS

Tabela 5. Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2021.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
<i>Monoraphidium griffithii</i>				A
<i>Chroomonas acuta</i>	A			
<i>Cryptomonas marssonii</i>	A	D	D	A

Sistema em Cascata

Se analisado como um sistema em cascata, o trecho sob influência da PCH Verde 4 difere pouco do trecho sob influência da PCH Verde 4A, localizada a montante. Ao contrário do esperado de sistemas de reservatórios em cascata, onde o primeiro da série retém a maior parte dos sólidos e da matéria orgânica que derivam no rio e por isso apresentam maior produtividade, a diferença entre eles não é significativa (Gráfico 5 e Gráfico 6). Possivelmente, isso seja resultado do baixo porte e da forma em fio d'água de ambos os reservatórios. Outra possível resposta para a similaridade entre os dois reservatórios poderia ser a reposição do que ficou retido na PCH Verde 4A por aportes difusos oriundos da bacia através dos córregos que desagüam diretamente no reservatório da PCH Verde 4.

Observa-se que uma vez alterada a partir do reservatório da Verde 4A, toda a comunidade fitoplanctônica torna-se quase uniforme desde o trecho de transição rio-reservatório (P02) da PCH Verde 4A até o trecho lótico abaixo do barramento da PCH

Verde 4 (P07), diferindo somente na proporção relativa das duas classes numericamente predominantes (Gráfico 5 e Gráfico 6).

Também ocorre concentração da densidade total em um menor número de espécies a partir do trecho de transição rio-reservatório da PCH Verde 4 (P05) e no seu reservatório (P06), reduzindo os índices de diversidade na área de influência da segunda PCH quando comparado aos da PCH Verde 4A (Gráfico 7).

Quando avaliado o impacto das duas PCHs sobre o rio Verde de uma maneira geral, observa-se que o segundo reservatório não acrescenta mais modificações que o reservatório anterior já não tenha feito. Ocorre somente um ligeiro aumento na densidade de organismos a cada intervalo lótico do eixo longitudinal (Gráfico 6) e a redução da diversidade da comunidade (Gráfico 7).

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

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 e 0,003 mm³/l (Tabela 4), permitindo o enquadramento na classe I, seguindo a primeira legislação.

Fizeram-se presentes gêneros de cianobactérias com potencial de formar florações e de produzirem cianotoxinas em caso de alteração do estado trófico dos corpos de água, tais quais *Aphanocapsa*, *Coleosphaerium* e *Planktolyngbya* (CHORUS & BARTRAM, 1999; FUNASA, 2003; SANT'ANNA et al., 2006) (Tabela 3). Contudo todas as espécies de cianobactéria encontradas apresentaram baixos valores de densidade absoluta, não sendo considerado impacto ou alteração ambiental.

5.3. Considerações Finais

O reservatório da PCH Verde 4 configurou-se oligotrófico nas campanhas realizadas até então, em razão das baixas abundâncias em todo o eixo longitudinal do empreendimento. A alteração na estrutura da comunidade pode ser observada em todo o período monitorado, o que pode estar relacionado com a estabilização do reservatório recém cheio. A dominância por *Cryptomonas marssoni* tem se mantido característica da comunidade.

Mesmo com a presença de gêneros potencialmente tóxicos de cianobactéria, suas as baixas densidades revelam não serem problemáticas, desde que mantida a condição de oligotrofia do reservatório, impedindo florações. Pelo uso de cianobactérias, é possível a classificação dos corpos de água monitorados na Classe II da Resolução CONAMA nº 357/2005 e a utilização da água para potabilidade humana, após tratamento simples. Além disso, os valores de biovolume encontrados não atingem os limites da Portaria de Potabilidade nº 5/2017.

6. BENTOS

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

A diversidade de invertebrados bentônicos em Mato Grosso do Sul pode ser exemplificada pelo registro de 41 espécies de Oligochaeta (TAKEDA *et al.*, 2017), 13 espécies de Gastrotricha (GARRAFFONI, 2017), 35 de Ostracoda (HIGUTI *et al.*, 2017), seis espécies de Collembola (Arthropoda, ZEPPELINI & BELLINI, 2017), 18 espécies de Simuliidae (Diptera, Insecta, ZAMPIVA & PIPINELLI, 2017), 25 espécies de Chironimidae (Diptera, Insecta, FUSARI *et al.*, 2017), 13 espécies de Ephemeroptera (Insecta, SILVA & SALLES, 2017), 10 espécies de Plecoptera (Insecta, LECCI & RIGHI-CAVALLARO, 2017), 16 espécies de Trichoptera (Insecta, CALOR & QUINTEIRO, 2017) e 198 espécies de Odonata (Insecta, RODRIGUES & ROQUE, 2017), mas todos os autores indicam que estes números devem estar subestimados.

Zoobentos apresentam algumas vantagens para a bioindicação de qualidade ambiental, 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.
- Comparar o registrado aos dados disponíveis de histórico do monitoramento;

6.1. Metodologia

Coleta de dados

Para amostragem da biocenose bentônica são obtidas amostras com três a cinco repetições de uso de amostrador Surber em cada ponto, em cada campanha. O amostrador do tipo Surber é uma rede de deriva com malha de 250 μm apoiada sobre uma base com área de 0,0625 m^2 , na qual o sedimento de fundo é manualmente revolvido, para capturar os organismos, em locais com até 1 metro de profundidade. São aplicadas cinco repetições em diferentes tipos de substratos moles ou duros, quando disponíveis, totalizando 0,3125 m^2 para cada amostra.

O material coletado é acondicionado em recipientes plásticos e fixado em álcool 70%. Em laboratório, caso as amostras contenham muita argila, pode-se lavar o excesso de sedimento em rede de 250 μm . 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.

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.

Análise de dados

Para caracterizar a biocenose serão calculados valores de densidade (organismos por m²), riqueza taxonômica (táxons por amostra), o índice de diversidade de Shannon (H') e índice de equidade de Pielou.

A densidade dos organismos zooplanctônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m², 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 6).

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 e 6 indica qualidade duvidosa, entre 4 e 5 indica provável poluição moderada e menor que 4 indica provável poluição severa.

Tabela 6. 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

6.2. Resultados e Discussão

Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Nas amostras da campanha realizada em fevereiro de 2021 registramos 22 táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 1365 indivíduos por metro quadrado de substrato (Tabela 7). Esses parâmetros de representatividade de zooplâncton são condizentes com o esperado para a tipologia dos ambientes, incluindo o registro de vários grupos importantes para a bioindicação pela biocenose, como será discutido nos próximos tópicos. A riqueza taxonômica é semelhante às campanhas de 2020, com 22 táxons em abril e 27 táxons agosto de 2020. A densidade registrada na campanha é alta em comparação às campanhas recentes, com 202 indivíduos/m² de substrato em abril de 2020 e 119 indivíduos/m² em agosto de 2020 (Tabela 7).

Nesta campanha, dentre os organismos tipicamente bentônicos, foram mais abundantes larvas de mosquitos Chironomidae (19,7% da abundância, Figura 9), a seguir Ephemeroptera das Famílias Baetidae (7,2%, Figura 10) e Leptohyphidae (4,8%), tricópteros Hydropsychidae (4,6%, Figura 11), Ostracoda (3,1%) e Oligochaeta (2,6%). Contudo, houve grande representatividade de microcrustáceos tipicamente planctônicos em todas as amostras nesta campanha, indicando sedimentação intensa de organismos, indicando alta produtividade.

O índice de Pielou das amostras individuais variou entre 0,46 e 0,67, numa escala de zero a um, enquanto o índice de diversidade de Shannon variou entre 1,19 e 1,54, valores intermediários a altos em comparação às campanhas anteriores (Tabela 7).

Comparando a atual fase do monitoramento (operação) ao históricos de dados, relatado por BIOLÁQUA (2020), podem ser resumidos os seguintes parâmetros: sete táxons, com densidade média de 185 indivíduos/m² na campanha de outubro de 2018 (pré-enchimento); seis táxons e densidade média de 105 indivíduos/m² na campanha de dezembro de 2018 (pós-enchimento); quatro táxons e densidade média de 39 indivíduos/m² na campanha de março de 2019 (pós-enchimento e operação); 11 táxons e densidade média de 108 indivíduos/m² 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 no decorrer das campanhas realizadas já na fase de operação do empreendimento.

A composição taxonômica das comunidades bentônicas também foi parecida nas diferentes fases, com apenas três táxons relatados por BIOLÁQUA (2020) os quais não foram registrados nas campanhas posteriores, todos com ocorrência esperada nos ambientes monitorados. Isso indica que os dados da série histórica realmente são comparáveis, com continuidade na qualidade das metodologias de coleta e identificação das amostras. O registro recente de mais táxons no decorrer do monitoramento (Tabela 7) é esperado em função do incremento de esforço amostral ao longo do monitoramento, o que resulta em novas oportunidades de registros.

Ainda no contexto de esforço amostral, a partir de abril de 2020, FIBRACON (2020) utiliza quatro pontos amostrais, enquanto, anteriormente, BIOLÁQUA (2020) utilizou três pontos amostrais, montante, reservatório e jusante. Ambos os desenhos amostrais são semelhantes quanto às coletas a montante e a jusante, mas FIBRACON (2020) diferencia a transição fluvial-limnética do reservatório, com características entre rio (lótico) e reservatório, da região limnética do reservatório, com

perfil lacustre bem estabelecido (Tabela 7). A adição desse esforço amostral representa oportunidade de registro de mais táxons, parcialmente explica a maior riqueza taxonômica por campanha. Contudo, continuam comparáveis diretamente as densidades bentônicas por campanha citadas acima, por se tratar de média calculada, e 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”, apresentado por FIBRACON (2020), pois estão localizados a poucas centenas de metros de distância. Desse contexto resultam os Gráfico 8, Gráfico 9 e Gráfico 11 (bem como seus respectivos dados numéricos ao final da Tabela 7), que sintetizam os principais parâmetros das biocenoses zoobentônicas monitoradas.

Tal qual a riqueza taxonômica e densidade no conjunto das amostras de cada campanha demonstrou tendência recente de aumento, em cada um dos pontos monitorados pode-se perceber maior representatividade bentônica na fase de operação do empreendimento. É possível que, após a as alterações decorrentes da instalação e enchimento dos reservatórios, a formação de substratos consolidados, com estabilidade dos ambientes, seja o principal fator a possibilitar a colonização e formação de comunidades bentônicas mais complexas. O aumento do tempo de residência da água também possibilita maior (re)ciclagem de nutrientes na cadeia trófica, possibilitando, dentro de limites, aumento de produtividade dos ambientes aquáticos, parte da qual é aproveitada pelos organismos no compartimento bentônico.



Figura 9. Larva de Chironomidae (Insecta, Diptera) registrada em fevereiro de 2021 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 20 vezes.



Figura 10. Larva de Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) registrado em fevereiro de 2021 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 45 vezes.



Figura 11. Larva de Hydropsychidae (Insecta, Trichoptera) registrado em fevereiro de 2021 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 20 vezes.



Figura 12. Exemplar de Naididae (Oligochaeta) registrado em fevereiro de 2021 na área da PCH Verde 4. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 40 vezes.

Tabela 7. 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												FIBRACON													
Fases →	Pré-enchimento			Pós-enchimento						Operação																
Período →	Outubro de 2018		Dezembro de 2018			Março de 2019			Outubro de 2019			Abril de 2020			Agosto de 2020			Fevereiro de 2021								
Táxons	Score-base BMWP (IAP, 2018)																									
	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante	Montante	Reservatório	Jusante		
PORIFERA																										
Demospongiae																										
Potamolepidae																			66							
CNIDARIA																										
Hydra																										6
MOLLUSCA																										
Gastropoda																										
Planorbidae	3														5	15							6	3	3	
<i>Antillorbis</i> sp.																			6							
NEMATODA																										
ANNELIDAE																										
Hirundinea																										
Oligochaeta	1	45		54	27		36	9		9	45	9														
Naididae																			2		2	11		6	6	26
Tubificidae																		3		3	6	2				
ARTHROPODA - Crustacea																										
Ostracoda	2												27											3	29	13
Cyprididae														3	5	5				22		23				

Na estação de monitoramento à montante, fora da área de influência direta do empreendimento, ocorreu queda de quase todos os parâmetros no pós-enchimento, incluindo o índice ASPT, seguida de incremento dos parâmetros na fase de operação e queda dos valores na campanha mais recente (Gráfico 8). Esse trecho recebe água e é diretamente afetado pela PCH Verde 4A, via mudanças nas correntes de água, formação de novos substratos no fundo do rio, dificultando a formação de comunidade bentônica consolidada, e por oscilações decorrentes do início da estabilização do reservatório da PCH Verde 4A. Na campanha de agosto de 2020 houve indicação de “qualidade da água duvidosa”, próximo à classificação de águas limpas (ASPT de 5,8, Gráfico 8, Tabela 7), enquanto que na campanha de fevereiro de 2021 (atual), houve indicação de “provável poluição” (ASPT de 3,8, Gráfico 8, Tabela 7).

Na transição fluvial-limnética do reservatório, área monitorada apenas a partir de abril de 2020, os dados preliminares também indicam “provável poluição”, com índices ASPT 4,2, 3,0 e 3,2 nas duas campanhas realizadas, com os valores dos demais parâmetros semelhantes aos demais pontos monitorados (Gráfico 9, Tabela 7).

Na região limnética do reservatório ocorreu incremento da riqueza taxonômica, mas valores intermediários de diversidade e do índice ASPT (Gráfico 10) nesta campanha. Ao longo da fase de operação do reservatório, os valores de ASPT oscilaram em torno de 4, indicando “provável poluição”, possivelmente em função de flutuações na qualidade da água durante a estabilização limnética.

Essas oscilações no reservatório parecem transferidas com a água para jusante da PCH Verde 4. Mas o histórico de dados desse local indica baixa representatividade de zoobentos e “provável poluição severa” (ASPT entre 3 e 3,7), desde o pré-enchimento (Gráfico 11, Tabela 6), o que coincide com a instalação de ensecadeiras e do barramento, bem como das mudanças nas correntes de água e realocação constante de material de fundo, sem comunidade bentônica consolidada a jusante do barramento. Estes fatores do ambiente físico, adicionados às flutuações da qualidade da água no reservatório influenciaram nos baixos índices de bioindicação, especialmente na campanha de agosto de 2020, cujo valor ASPT foi de 2,3. O valor de ASPT 3,7 registrado nesta campanha (fevereiro de 2021) é coerente com a expectativa de estabilização da qualidade da água no reservatório e a consolidação do leito do rio Verde a jusante, que devem possibilitar melhores indicadores da comunidade bentônica.

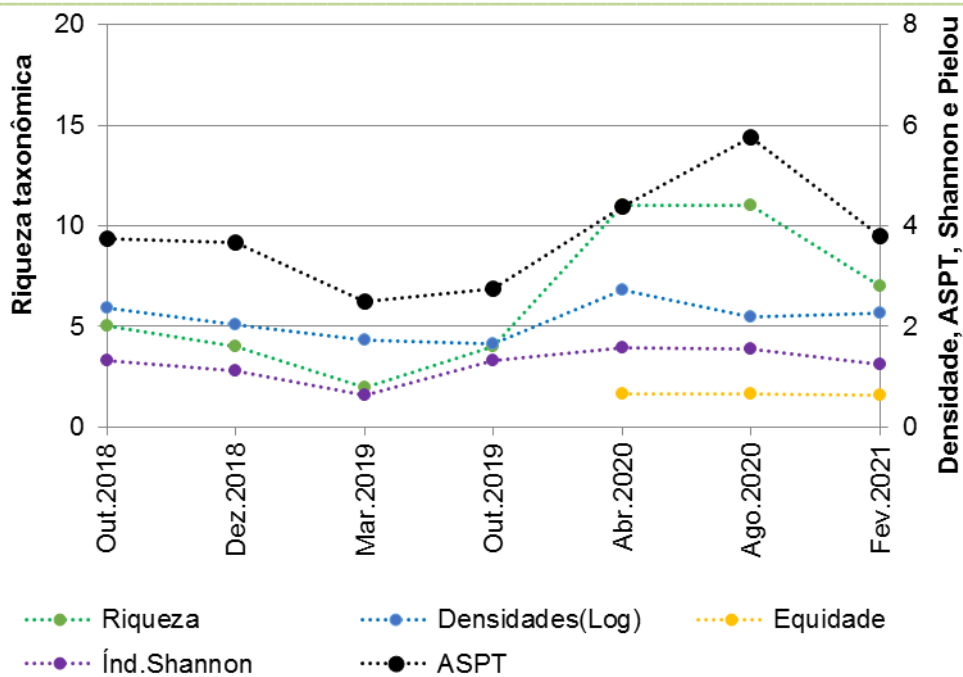


Gráfico 8. Evolução de parâmetros monitorados à montante da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplanctônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade ambiental.

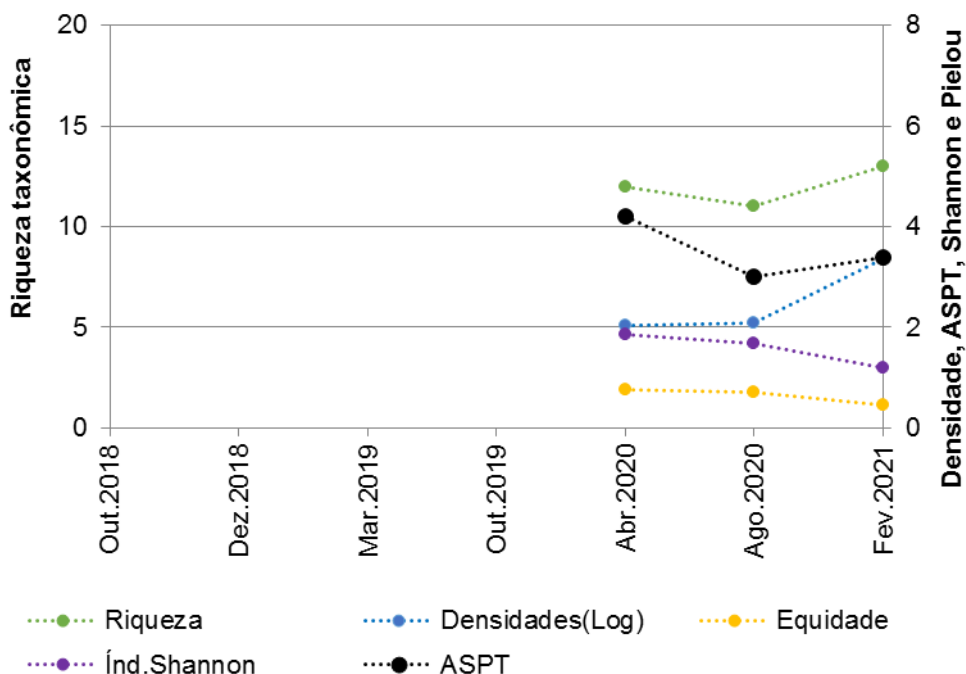


Gráfico 9. Evolução de parâmetros monitorados na região de transição fluvial-limnética do reservatório, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplanctônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade ambiental.

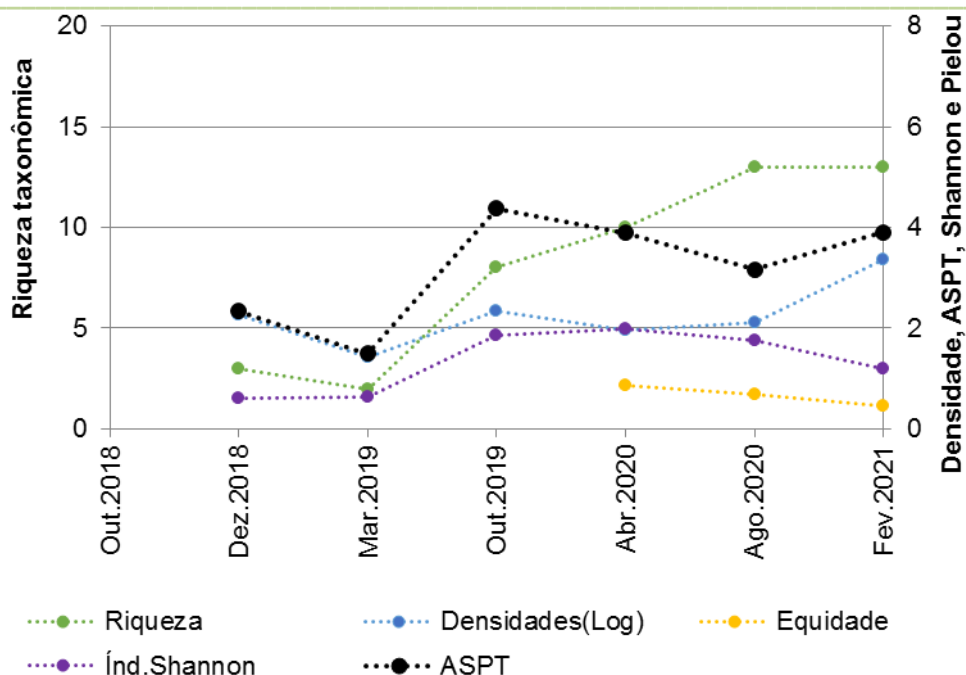


Gráfico 10. Evolução de parâmetros monitorados no reservatório – região limnética (Fibracon 2020), ou reservatório (Bioláqua, 2018) da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplancônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade ambiental.

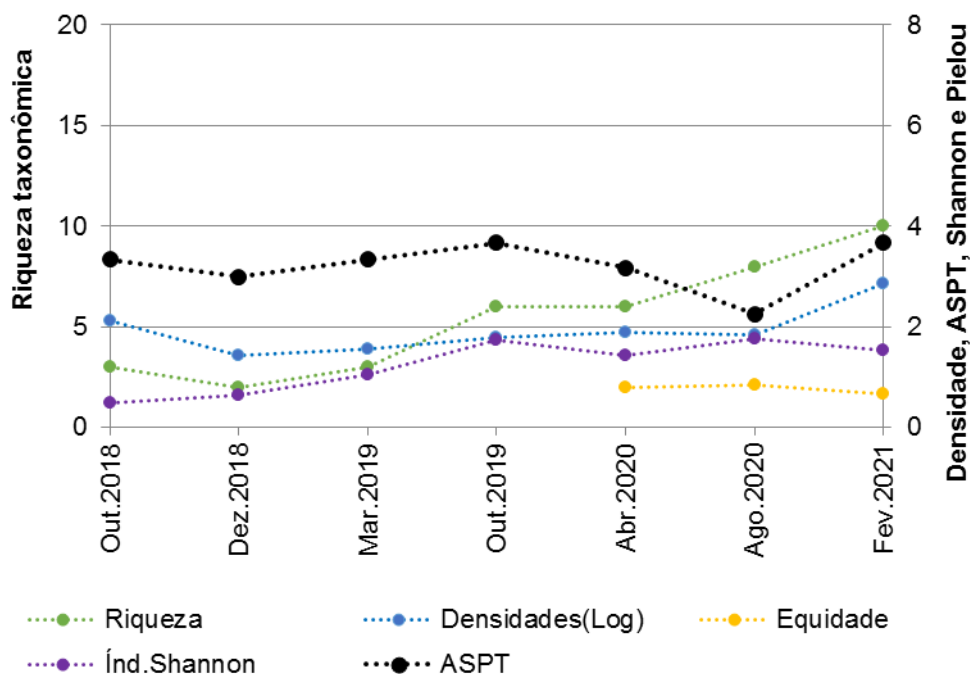


Gráfico 11. Evolução de parâmetros monitorados a jusante da PCH Verde 4, incluindo riqueza taxonômica, densidade zooplancônica, índice de diversidade de Shannon, índice de equidade de Pielou e índice ASPT para bioindicação de qualidade.

Espécies e grupos bioindicadores

Como cada família registrada pode ter um “score BMWP” já definido de indicação de qualidade ambiental, apresentados Tabela 7. Utilizamos os scores apresentados pelo IAP (2018), com abrangência oficial para o Estado do Paraná, mas com expansão ao Mato Grosso do Sul justificável pela proximidade geográfica e pela conectividade das paisagens por meio da bacia do Alto Rio Paraná. A partir desses scores, baseados na composição (presença e ausência) de famílias taxonômicas de macroinvertebrados aquáticos, pode-se usar a somatória desses scores, a qual resulta no índice BMWP, ou a média desses scores, a qual resulta no índice 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).

Na compilação de dados, fizemos os cálculos dos índices no histórico de dados, inclusive sobre os dados apresentados por BIOLÁQUA (2020), mediante comunicação pessoal à Responsável Técnica daquele período, Mara Cristina Teixeira.

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

Como já apresentado no tópico anterior, os dados desta campanha indicam oscilações na qualidade ambiental, com indicadores ASPT intermediários em comparação às demais campanhas, todos com valores um pouco abaixo de 4, indicando “provável poluição” desde montante, reservatório até jusante.

Fatores do ambiente físico, como o assoreamento difuso desde montante da PCH Verde 4A, mudanças locais de correntes de água e deposição de substratos decorrentes da instalação de ambos os barramentos das PCHs Verde 4 e Verde 4A, bem como fatores limnológicos, incluindo as oscilações em ambos os reservatórios em estabilização estão entre as possíveis causas dos valores de bioindicação por ASPT abaixo do ideal.

6.3. Considerações Finais

Na campanha de fevereiro de 2021 ocorreu representatividade de zoobentos relativamente alta, incluindo maior densidade zoobentônica e alta riqueza taxonômica. Contudo, os valores dos índices de diversidade de Shannon, equidade de Pielou e indicador ASPT foram todos intermediários comparação às campanhas anteriores, em todos os ambientes monitorados.

O índice ASPT foi muito semelhante em cada estação amostral com valores imediatamente inferiores a 4, indicando “provável poluição” desde montante, reservatório até jusante.

Fatores do ambiente físico, como o assoreamento difuso desde montante da PCH Verde 4A, mudanças locais de correntes de água e deposição de substratos decorrentes da instalação de ambos os barramentos das PCHs Verde 4 e Verde 4A, bem como fatores limnológicos, incluindo as oscilações durante estabilização de ambos os reservatórios estão entre as possíveis causas dos valores de bioindicação por ASPT abaixo do ideal.

É possível, também, que disponibilização de matéria orgânica nos habitats marginais do reservatório, onde zoobentos são coletados, influencie negativamente essa comunidade, enquanto 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. Isso explicaria a alta sedimentação de microcrustáceos tipicamente planctônicos nos habitats marginais do reservatório, registrada pelas análises de zoobentos, mesmo com densidade relativamente baixa nas amostras de zooplâncton obtidas na área profunda do reservatório (conforme item “Zooplâncton” deste relatório).

Desse modo, é possível que o reservatório apresente na sua área limnética (predominante), condições oligotróficas (baixa produtividade e boa qualidade da água) para o plâncton, enquanto nas bordas rasas, habitats zoobentônicos típicos, podem ocorrer eventos ou constância de maior produtividade (mesotrofia, por exemplo) que incide sobre a bioindicação por zoobentos, mas não pela bioindicação por plâncton.

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

7. PERIFÍTON

A comunidade perifítica é definida por uma complexa comunidade de organismos formada por bactérias, algas, protozoários, microcrustáceos, fungos e outros, além de detritos orgânicos e inorgânicos, que estiverem aderidos ou associados a um substrato qualquer, sejam vivo ou morto (WETZEL, 1983 *apud*. FERNANDES, 2005).

Esta comunidade desempenha um papel importante no metabolismo dos ambientes aquáticos continentais e para melhor compreensão de sua estrutura e dinâmica torna-se necessário o estudo também de seus componentes heterotróficos (PELD, 2008). Correspondem a uma importante fração dos produtores primários, são fonte autóctone de matéria orgânica, fonte de alimento para muitos consumidores, além de propiciarem abrigo para fases larvais e juvenis de invertebrados e peixes.

Devido ao curto ciclo de vida das espécies que compõem o perifíton e pelas suas alterações ambientais, funcionam como sensores sensíveis e confiáveis, das alterações na qualidade da água que podem ser avaliadas de acordo com as mudanças na composição da comunidade perifítica (PELD, 2008).

7.1. Metodologia

Coleta de dados

Foram buscadas plantas aquáticas que estivessem totalmente submersas nos ambientes amostrados e destas foram retirados fragmentos, como folhas ou talos. O material coletado foi preservado em volume conhecido de solução Transeau diluído com água na proporção de 1:1. Os talos ou folhas foram raspados e depois foram medidos com paquímetro de precisão de 0,05mm e/ou papel milimetrado para conhecimento da superfície raspada.

Para a contagem das algas e estimativa de densidade, foi utilizado o procedimento de sedimentação em câmara de Utermöhl, contagem em microscópio invertido com 400 vezes de ampliação seguindo metodologia da APHA (1985) e para os grupos animais foram contados em câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio óptico com ampliação de 100 vezes. A relação área raspada/volume da amostra gerou um fator para conversão de unidades e os resultados de abundância foram expressos em ind/cm².

Para identificação das algas e cianobactérias foram utilizadas literaturas especializadas, tais como Tell & Conforti (1986), Bicudo & Menezes (2006), Bourrelly

(1981, 1985, 1988), Komárek & Fott (1983), 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 & Hardoim (2010), Silva & Matsumura-Tudinsi (2011), Souza-Soares *et al.* (2011) dentre outros.

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).

7.2. Resultados e Discussão

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 metafíton, organismos não aderidos, mas associados a comunidade perifítica.

A campanha de monitoramento da área de influência da PCH Verde 4 teve como resultado uma riqueza regional igual a 65 táxons, dos quais 27 pertencem a classe Cyanobacteria e 12 à classe Chlorophyceae. Completaram a composição da comunidade as classes Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Oedogoniophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae. Foram contabilizados ainda metazoários dos grupos Rotifera, Protozoa e Tecameba (Tabela 8).

Tabela 8. Abundância (ind/cm²) e riqueza (táxons/amostra) das espécies e das classes perifíticas nos pontos na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2021. NI = não identificado.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
GRUPOS ANIMAIS				
Tecameba NI			27	
Protozoa NI		137	440	31
Rotifera NI			55	31
Ovo Metazoários			385	
BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Achnantheidium</i> sp.			165	2.367
<i>Eunotia</i> spp.	987	2.805	220	1.076
<i>Fragilaria</i> sp.		160	659	
<i>Gomphonema</i> spp.	261	1.368	659	1.291
<i>Navicula</i> spp.		23	440	584
<i>Nitzschia</i> spp.	145	182	1.456	277
<i>Pinnularia</i> sp.			27	
<i>Surirella</i> sp.				61
<i>Ulnaria</i> sp.				31
CHLOROPHYCEAE				
<i>Ankistrodesmus</i> sp.			82	
<i>Characium</i> spp.		479	82	
<i>Chlorella</i> sp.			220	31
<i>Chlorotetraedron</i> sp.			137	61
<i>Coleochaete</i> sp.		23	27	
<i>Desmodesmus</i> sp.		23	412	
<i>Gloeocystis</i> sp.			27	
<i>Pediastrum</i> sp.			192	
<i>Scenedesmus</i> spp.			467	
<i>Stigeoclonium</i> sp.			577	154
<i>Tetraedron</i> sp.			27	
<i>Ulothrix</i> sp.			55	
CYANOBACTERIA				
<i>Anabaena</i> spp.			55	123
<i>Aphanocapsa</i> sp.		23	1.154	31
<i>Aphanothece</i> sp.				184
<i>Bacularia</i> sp.		182		
<i>Chroococcus</i> sp.			302	277
<i>Coelomoron</i> sp.			137	
<i>Cyanothece</i> sp.				31
<i>Eucapsis</i> sp.			82	
<i>Geitleribactron</i> sp.	261			984
<i>Geitlerinema</i> sp.				31
<i>Gloeocapsa</i> sp.			742	61
<i>Gloeothece</i> sp.			55	
<i>Homeothrix</i> sp.				830
<i>Konvophoron</i> sp.			27	

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
<i>Lyngbya</i> sp.				338
<i>Limnoccocus</i> sp.			357	
<i>Leptolyngbya</i> spp.	2.381	228	2.555	3.443
<i>Merismopedia</i> sp.			55	
<i>Microchaete</i> sp.				1.475
<i>Oocystis</i> sp.			27	
<i>Oscillatoreales</i> NI				738
<i>Phormidium</i> sp.				1.137
<i>Planktolyngbya</i> sp.		388	852	
<i>Pseudanabaena</i> spp.	29			922
<i>Rabidoderma</i> sp.		23		31
<i>Rhaphidiopsis</i> sp.			55	
<i>Xenococcus</i> sp.				31
OEDOGONIOPHYCEAE				
<i>Bulbochaete</i> spp.		593		
<i>Oedogonium</i> spp.		1.915	3.572	246
ZYGNEMAPHYCEAE				
<i>Actinotaenium</i> spp.			247	31
<i>Closterium</i> spp.			27	92
<i>Cosmarium</i> spp.		137	2.171	154
<i>Euastrum</i> sp.			110	
<i>Netrium</i> sp.				31
<i>Spirogyra</i> spp.		661		
<i>Staurastrum</i> spp.			137	
<i>Stauroidesmus</i> sp.			55	
<i>Teilingia</i> sp.			27	
OUTRAS ALGAS				
Chrysophyceae				
<i>Chromulina</i> sp. cf.				123
Xanthophyceae				
<i>Characiopsis</i> sp.			275	

A riqueza em cada ponto amostrado variou entre 6 e 46 táxons/amostra (Tabela 9). O trecho a montante do reservatório (P04) e o trecho de transição rio-reservatório (P05) tiveram uma queda acentuada na riqueza total em comparação as campanhas passadas (Gráfico 12). Os dois últimos pontos do eixo longitudinal (P06 e P07) mantiveram o patamar, com uma leve alta na região limnética do reservatório (P06).

A queda da riqueza no ponto a montante do reservatório (P04) resultou numa drástica simplificação da comunidade, com Bacillariophyceae e Cyanobacteria sendo as únicas classes registradas nesta campanha (Gráfico 12). Os demais ambientes não

tiveram diferença significativa na composição da comunidade nesta campanha comparada as duas anteriores.

A abundância de organismos teve variação entre 4.065 e 19.920 ind/cm² (Tabela 9), valores que podem ser considerados baixos, indicando uma possível oligotrofia dos ambientes monitorados.

A estrutura da comunidade no trecho lótico à montante do reservatório (P04) resumiu-se a dois terços da abundância de espécies de Cyanobacteria e um terço de espécies de Bacillariophyceae (Gráfico 13). *Leptolyngbya* spp. foi o gênero dominante (Tabela 10), correspondendo a 59% da densidade final. De forma semelhante, no trecho lótico a jusante do barramento (P07), as mesmas duas classes dominaram, porém com co-abundância de vários gêneros de ambas.

O trecho de transição entre rio-reservatório (P05) tem predominância numérica de Bacillariophyceae (Gráfico 13), destaque para *Eunotia* spp. e *Gomphonema* spp., porém não ocorreu dominância, e sim, co-abundância com *Oedogonium* spp., classe Oedogoniophyceae (Tabela 10).

A região limética do reservatório (P06) foi o ambiente mais diverso, com várias classes co-abundantes (Gráfico 13). Destacaram-se pela maior densidade relativa os gêneros *Oedogonium* spp., *Leptolyngbya* spp., *Cosmarium* spp., *Nitzschia* spp. e *Aphanocapsa* spp. (Tabela 10) A estrutura da comunidade encontrada nesta campanha do período chuvoso de fevereiro de 2021 foi semelhante à encontrada no período chuvoso passado, em abril de 2020, mas mesmo a da campanha do período seco, manteve a diversidade apesar da predominância de Zygnemaphyceae.

Os índices que medem a diversidade da comunidade tiveram variação de 1,16 a 3,00 bits/ind para Shannon e de 0,65 a 0,78 para equidade (Tabela 9, Gráfico 14). Os dois menores valores correspondem ao rio Verde a montante do reservatório (P04), em razão da dominância mono-específica estabelecida. Os maiores valores ocorreram na região limnética do reservatório, sendo os maiores para este ambiente até então.

Tabela 9. Atributos encontrados para a comunidade perifítica nos pontos amostrados na AID da PCH Verde 4, Água Clara, MS, na campanha de fevereiro de 2021.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
Abundância (ind/cm²)	4.065	9.349	19.920	17.337
Riqueza (n° táxons)	6	18	46	35
Shannon (bits/ind)	1,16	2,13	3,00	2,74
Equidade (J')	0,65	0,74	0,78	0,77

Tabela 10. Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados na AID da PCH Verde 4, Água Clara/MS, na campanha de fevereiro de 2021.

	Montante P04	Transição P05	Reservatório P06	Jusante P07
Protozoa NI			A	
<i>Achnanthydium</i> sp.				A
<i>Eunotia</i> spp.	A	A		A
<i>Fragilaria</i> sp.			A	
<i>Gomphonema</i> spp.		A	A	A
<i>Navicula</i> spp.			A	A
<i>Nitzschia</i> spp.			A	
<i>Scenedesmus</i> spp.			A	
<i>Stigeoclonium</i> sp.			A	
<i>Aphanocapsa</i> sp.			A	
<i>Geitleribactron</i> sp.				A
<i>Gloeocapsa</i> sp.			A	
<i>Homeothrix</i> sp.				A
<i>Leptolyngbya</i> spp.	D		A	A
<i>Microchaete</i> sp.				A
Oscillatoriales NI				A
<i>Phormidium</i> sp.				A
<i>Planktolyngbya</i> sp.			A	
<i>Pseudanabaena</i> spp.				A
<i>Bulbochaete</i> spp.		A		
<i>Oedogonium</i> spp.		A	A	
<i>Cosmarium</i> spp.			A	
<i>Spirogyra</i> spp.		A		

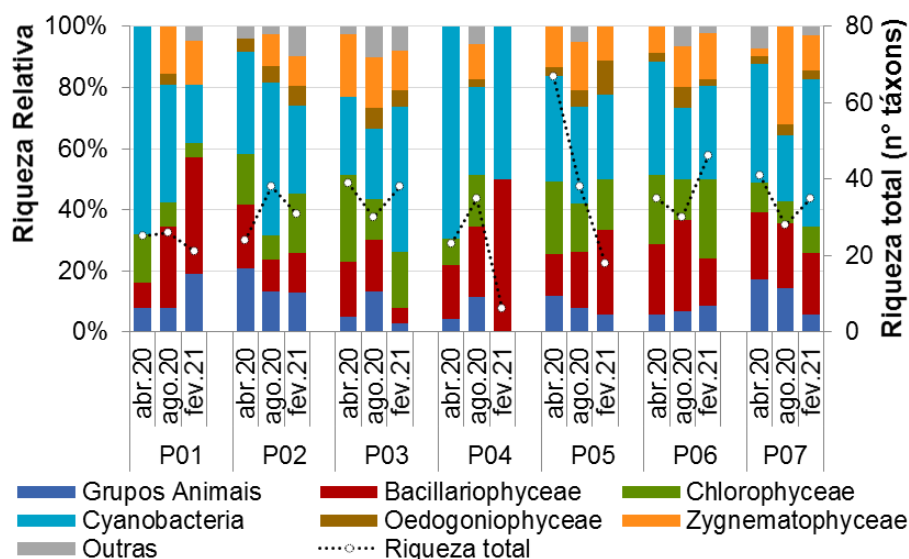


Gráfico 12. Variação da riqueza total e relativa dos principais grupos perifíticos dos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS.

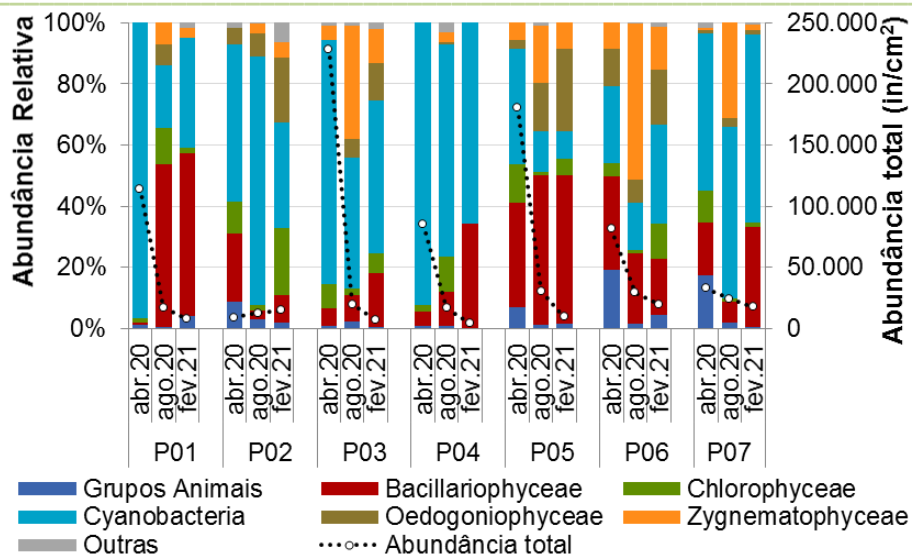


Gráfico 13. Variação da abundância total e relativa dos principais grupos perifíticos dos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS.

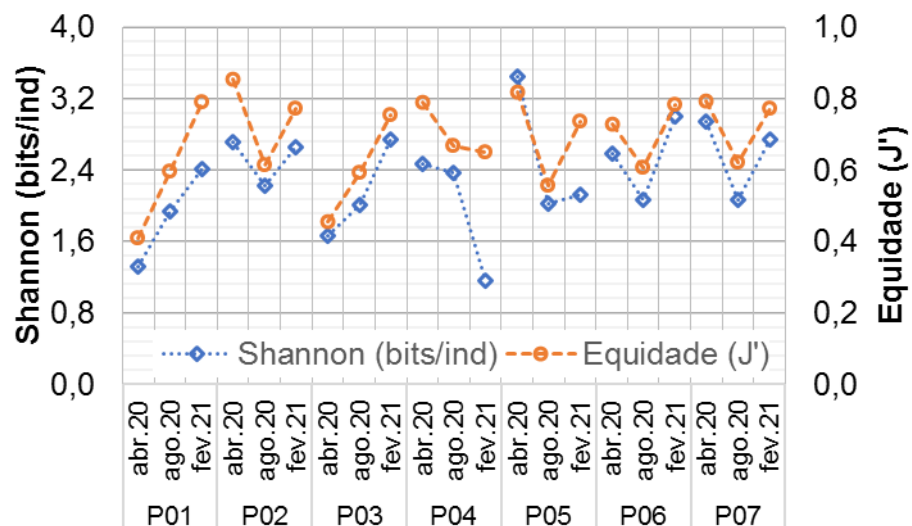


Gráfico 14. Variação dos índices de diversidade nos pontos amostrados na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS.

Sistema em Cascata

A PCH Verde 4 é parte de um sistema de reservatórios em cascata, sendo o segundo da série, estando localizado abaixo da PCH Verde 4A e acima da UHE São Domingos. Quando comparadas as comunidades perifíticas das áreas de influência da PCH Verde 4A e Verde 4 percebe-se que há muita semelhança na composição (Gráfico 12), mas pouca semelhança na estrutura (Gráfico 13).

Em vários pontos amostrados ocorreu um pico de densidade, sendo exceção somente o trecho de transição entre rio-reservatório da PCH Verde 4A (P02) e a jusante do barramento da PCH Verde 4 (P07) (Gráfico 13). Esses picos podem ser resultados de um evento isolado, como de chuva, ou um efeito da baixa amostragem que ocorreu na primeira coleta. De maneira geral todo o eixo longitudinal mantém baixa densidade perifítica.

A classe Cyanobacteria teve grande destaque na densidade da PCH Verde 4A (P02, P03 e P04), porém tem um intervalo entre os trechos semi-lênticos da PCH Verde 4 (P05 e P06) e volta a ter maior representatividade apenas no trecho a sua jusante (P07) (Gráfico 13). Nos pontos de montante geral (P01), de transição rio-reservatório da PCH Verde 4 (P05) e no seu reservatório (P06), a classe Bacillariophyceae teve maior abundância relativa.

Assemelham-se as abundâncias relativas das classes Zygnemaphyceae e Oedogoniophyceae nos trechos semi-lênticos de ambos os reservatórios – transição e limnética da PCH Verde 4A (P02 e P03) e transição e limnética da PCH Verde 4 (P05 e P06) - e a baixa porcentagem das duas nos três trechos lóticos (P01, P04 e P07) (Gráfico 13).

Em resumo, é possível perceber que, ao contrário do fitoplâncton que apresentou alta similaridade entre os dois reservatórios, a comunidade perifítica diferiu parcialmente. Porém, como existe a influência do substrato sob esta comunidade, os padrões não estejam tão ressaltados como para o fitoplâncton. Muitas das alterações entre campanhas de alguns pontos podem estar relacionadas a mudança de substratos entre elas (Tabela 11).

Tabela 11. Variação dos substratos coletados para amostragem da comunidade perifítica na AID das PCHs Verde 4A e Verde 4, Água Clara, MS, entre as campanhas de abril de 2020 e fevereiro de 2021.

	P01 Montante	P02 Transição	P03 Res. Verde 4A	P04 Jus/Mont	P05 Transição	P06 Res. Verde 4	P07 Jusante
abr.20	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo	1 pecíolo
ago.21	9 pecíolos	8 talos madeira	7 pecíolos	4 talos madeira	9 pecíolos	7 pecíolos	9 talos madeira
fev.21	4 folhas	8 pecíolos	5 folhas	3 pedras	4 folhas	7 pecíolos	3 folhas

7.3. Considerações Finais

A comunidade perifítica indica condições oligotróficas da água em todas as campanhas realizadas até então. Alguns ambientes apresentam uma comunidade estável em composição e estrutura ao longo do tempo, porém muitas alterações são encontradas em outros. Devido ao reduzido número de campanhas, ainda não foi possível observar padrões ou causas destas modificações.

8. MACRÓFITAS

As espécies higrófitas, também conhecidas como macrófitas aquáticas, terminação proposta por COOK (1974), são espécies de plantas fanerógamas que se desenvolve em locais aquáticos ou semiaquáticos (POTT e POTT, 2000). Usualmente são divididas em tipos ou formas biológicas de acordo com a posição que as mesmas ocupam na coluna d'água (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001), sendo as mais comuns as flutuantes livres, submersas fixas e as emergentes (PEDRALLI, 1990).

A importância ecológica das plantas aquáticas, macrófitas e algas, está associada ao fornecimento da base da cadeia alimentar de ambientes aquáticos (POTT e POTT, 2000). Sendo responsáveis pela produção primária, isto é a fotossíntese, importante tanto para a oxigenação da água do corpo hídrico como na participação da cadeia trófica. Além de participar como chave no ciclo de nutrientes dos ambientes aquáticas (POTT e POTT, 2000).

A dispersão de macrófitas aquáticas é influenciada pelas condições favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento dos indivíduos e por barreiras físicas (MOURA-JUNIOR, 2020). As barreiras físicas são atualmente as principais responsáveis pela colonização de novas áreas, visto que os ambientes lóticos são transformados em ambientes lênticos. Um exemplo de barreiras físicas instaladas em um rio são as barragens. Estas influenciam tanto na transformação do ambiente quanto na separação espacial destes em relação aos ambientes lóticos (THORNTON *et. al.*, 1990)

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são alternativas preferenciais de geração de energia no Brasil. Os reservatórios para produção de energia elétrica estão sujeitos à colonização por macrófitas aquáticas podendo apresentar problemas operacionais e de usos múltiplos em decorrência do desenvolvimento excessivo da vegetação aquática (THOMAZ, 2002).

As macrófitas podem causar disfunções para os usos múltiplos de vários ecossistemas aquáticos quando se desenvolvem de forma desordenada, tais como a navegação, pesca, recreação e o próprio acesso à água. Essa perturbação pode 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). 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).

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 aquáticas 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 campanha de monitoramento de macrófitas aquáticas da PCH Verde 4, realizada entre os dias 8 a 12 de fevereiro de 2021.

8.1. Metodologia

Descrição das áreas amostrais

Histórico de áreas monitoradas

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 (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.

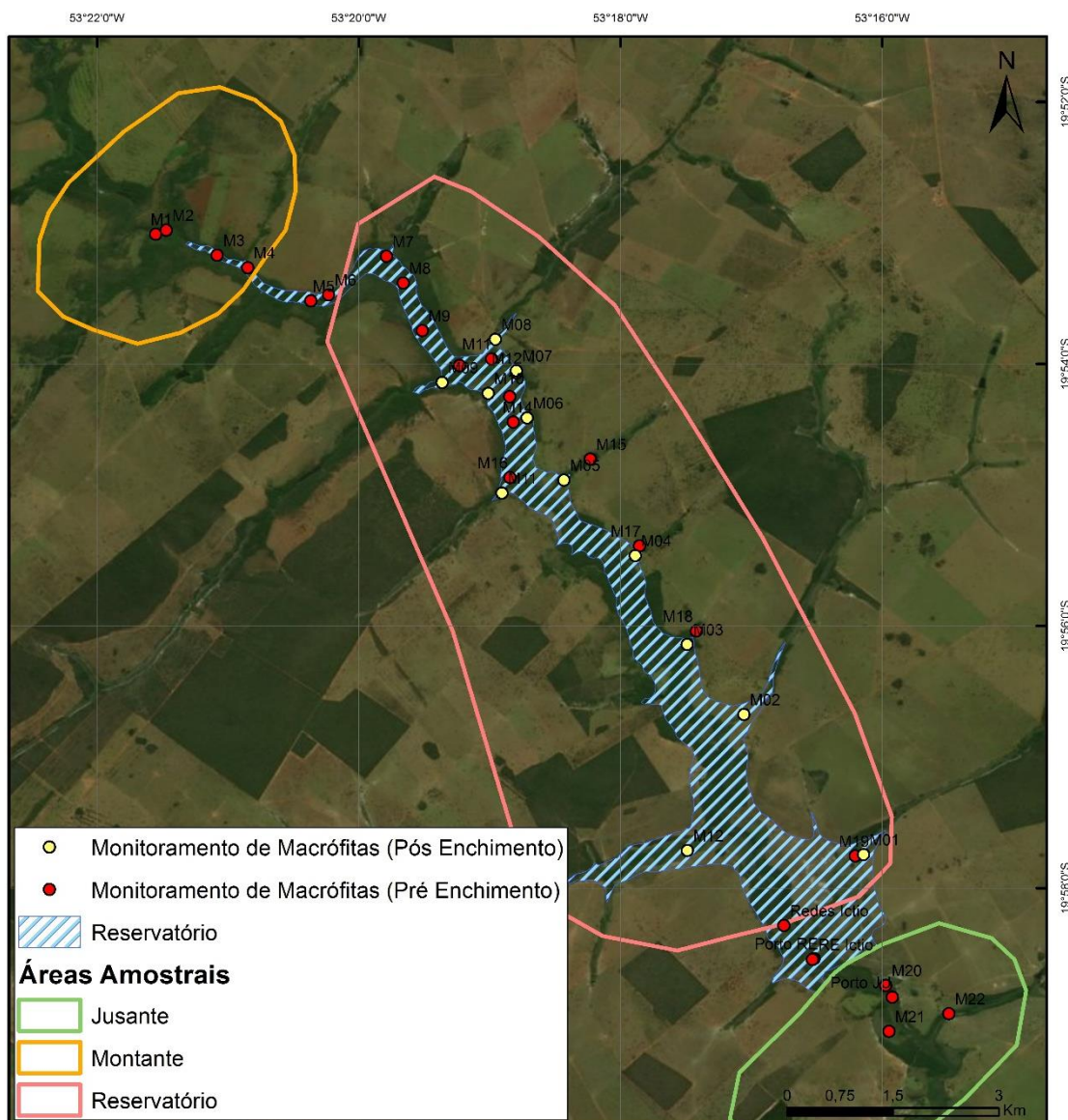


Figura 13. Mapa dos pontos amostrados no monitoramento de macrófitas da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. A partir do início do enchimento do lago, foram mantidos apenas os pontos na área do reservatório, em amarelo no mapa.

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 (Tabela 12).

Tabela 12. 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 Geodésicas – SIRGAS2000		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	

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 (Tabela 13).

Tabela 13. 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 Geodésicas – SIRGAS2000		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

Coleta de dados

Análise qualitativa

A análise qualitativa caracteriza a riqueza de espécies registradas nos pontos amostrais. As espécies foram identificadas em campo com o auxílio de bibliografia especializada. Os indivíduos não identificados foram coletados e herborizados para posterior determinação taxonômica. As formas biológicas das espécies seguiram o adotado por Pott & Pott (2000).

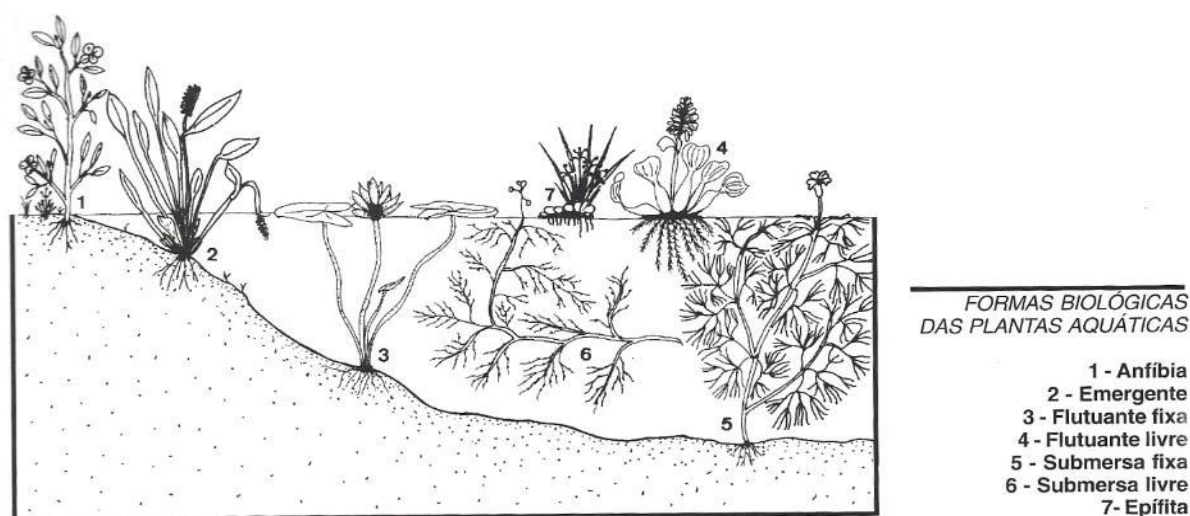


Figura 14. Formas biológicas de espécies aquáticas proposta por Pott & Pott (2000).

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 quantitativa

Esta análise é proposta para acompanhar a dinâmica dos indivíduos no reservatório. Esta dinâmica é composta por deslocamento de espécimes, novos locais colonizados e variação na zona fótica do reservatório.

Com base nas observações realizadas, foram quantificados os locais de ocorrência de macrófitas aquáticas e suas respectivas áreas utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O monitoramento de áreas com grande extensão e complexidade exigem a aplicação de diferentes técnicas de estudo.

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

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

Onde:

NIR = Banda do vermelho próximo;

R = Banda vermelho.

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

por finalidade a representação da biomassa presente, possibilitando a mensuração da área foliar.

As imagens orbitais foram adquiridas por meio do sensor *Mustispectral Instrument* (MSI) instalado a bordo do satélite da missão Sentinel-2 pertencente ao programa Copernicus da *European Spatial Agency* (ESA). O imageamento ocorreu no dia 09/02/2021, com órbita/ponto de 22KCD. O download foi disponibilizado pelo website do próprio programa (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

As imagens do sensor MSI possuem uma resolução temporal (revisita ao local imageado) de 5 dias, ou seja, dependendo das condições climáticas no local, pode-se haver um acompanhamento constante no nível de variação de clorofila presente na área. Esse acompanhamento, se utilizando do NDVI, auxilia na tomada de decisões.

Após a elaboração do NDVI, foram classificados os atributos de interesse da área. A classificação dos atributos se utilizou de reconhecimento visual das feições encontradas no índice, ou seja, na resposta espectral e coletando amostras para uma posterior classificação semi-supervisionada.

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.

8.2. Resultados e Discussão

Análise Qualitativa

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

Tabela 14. 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. Nomenclatura botânica de acordo com o APG IV. Espécies registradas pela primeira vez são grifadas em azul. Fevereiro de 2021.

Família	Espécie	Forma Biológica	Potencial de Infestação
Alismataceae	<i>Sagittaria guayanensis</i>	Ff	3
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>	Em	3
Cyperaceae	<i>Cyperus sesquiflorus</i>	Em	2
	<i>Eleocharis acutangula</i>	An	3
	<i>Eleocharis minima</i>	Sf	4
Lythraceae	<i>Cuphea melvilla</i>	Em	1
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp1</i>	Ff	1
	<i>Nymphaea sp2</i>	Ff	1
Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	An	1
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	An	1
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	Em	1
Pontederiaceae	<i>Pontederia parviflova</i>	Em	3
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	Fl	4

A família Cyperaceae (23%, n=3), foi a mais representativa em número de espécies, seguida das famílias Onagraceae, Alismataceae e Nymphaeaceae (15%, n=2) (Gráfico 15). A representatividade diz respeito à quantidade de espécies em cada família, e está expressa em porcentagem.

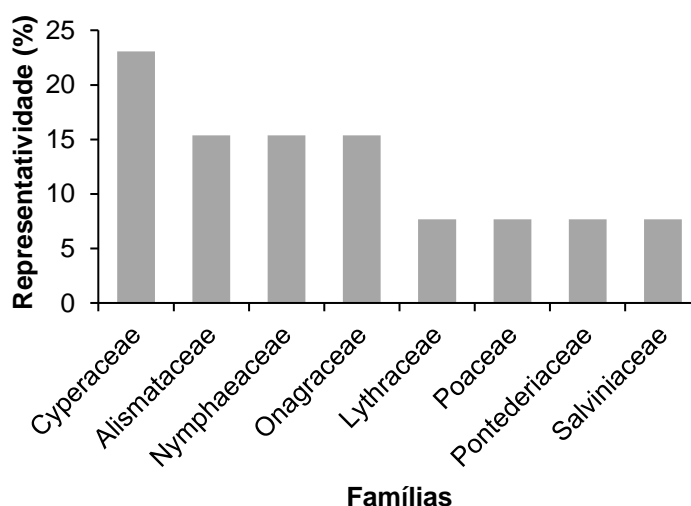


Gráfico 15. Representatividade das famílias de macrófitas registradas na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

A família botânica Cyperaceae destaca-se pela distribuição cosmopolita e pelo ponto de vista econômico pelas espécies ornamentais, no entanto apresentam algumas das mais agressivas espécies invasoras de culturas. A maioria das espécies da família são encontradas em áreas abertas e alagáveis (SOUZA e LORENZI, 2019).

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).

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



Figura 15. *Eleocharis minima*, representante da família Cyperaceae registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

A família Onagraceae é uma família cosmopolita, possui cerca de 22 gêneros e 657 espécies, difundidas principalmente nas regiões temperadas e subtropicais (Figura 16). No Brasil, há registros de aproximadamente 50 espécies distribuídas nos gêneros Fuchsia, Epilobium, Ludwigia e Oenothera. Ludwigia 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).



Figura 16. *Ludwigia tomentosa*, representante da família Onagraceae registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

Em relação à frequência de ocorrência de espécies por pontos amostrais (Gráfico 16), a espécie *Sagittaria rhombifolia* foi a mais representativa, ocorrendo em todos os pontos amostrados (83%), seguida de *Eleocharis mínima* (75%), *Andropogon bicornis* (66%) e *Ludwigia tomentosa* (58%).

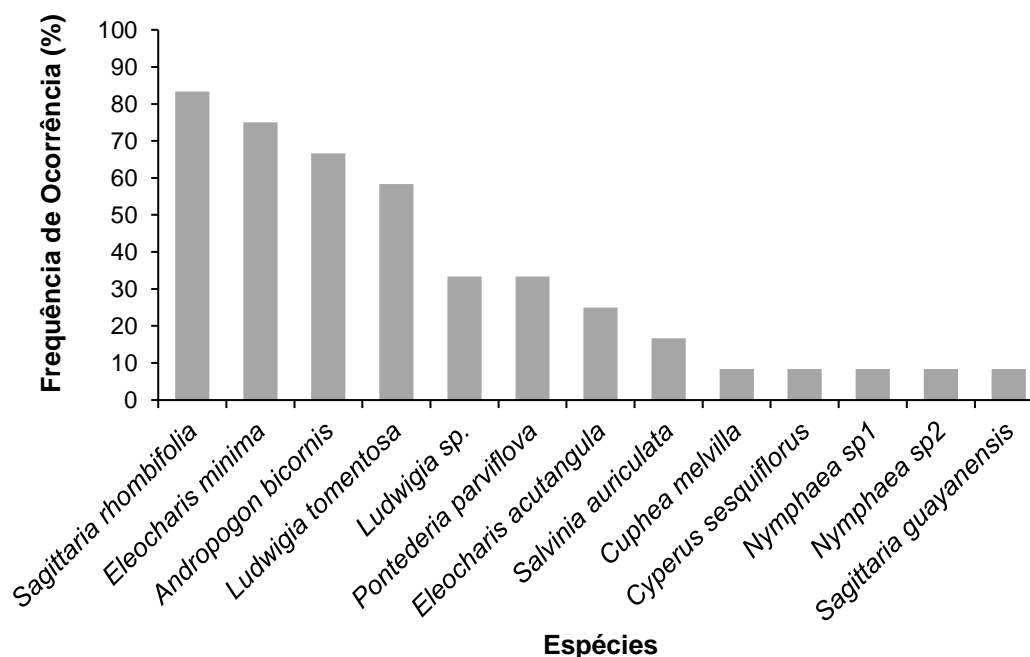


Gráfico 16. Frequência de ocorrência das espécies registradas no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

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 anfibias 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*, um gênero de seis espécies registradas no Brasil (MATIAS, 2020).

A espécie *Sagittaria rhombifolia* pertencente à família Alismataceae, 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 17. *Sagittaria rhombifolia* registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

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

Em relação às formas biológicas (F.B.), 38% foram de espécies Emergentes (Em), seguidas das Anfíbias (An) e Flutuantes-fixas (Ff) com 23% cada e Flutuantes-lives (Fl) e Submersas-fixas (Sf) com 7,6% cada (Gráfico 17).

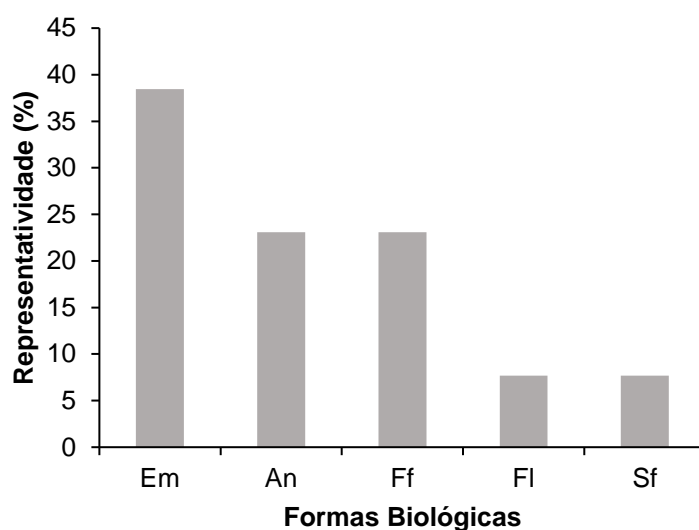


Gráfico 17. Representatividade das formas biológicas encontradas nos habitats amostrados na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Em= emergente, An= anfíbia, Ff= flutuante-fixa, Sf= submersa-fixa; Fl= flutuante livre. Fevereiro de 2021.

Para a forma biológica emergente as espécies da família Cyperaceae foram as mais representativas, para a forma biológica anfíbia a principal representante foi a família Onagraceae. Para a forma submersa-fixa foi registrada a espécie *Eleocharis minima* (Cyperaceae). Para a forma flutuante-fixa foram registradas três espécies nesta campanha: *Sagittaria guayanensis* (Alismataceae), *Nymphaea* sp1 e *Nymphaea* sp 2 (Nymphaeaceae) (Figura 18) e para a forma flutuante livre foi registrada a espécie *Salvinia auriculata* (Salviniaceae).



Figura 18. Espécie de *Nymphaea* sp. (Nymphaeaceae) registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

A espécie *Salvinia auriculata* (Salviniaceae) (Figura 19), que apresenta forma biológica flutuante livre, é uma planta anual de fácil propagação, muito frequente em mananciais de água parada e em canais com pouca movimentação formando grandes infestações que chegam a cobrir toda a superfície da água. Servem de substrato para colonização por *Cyperus blepharoleptos* formando ilhas flutuantes (baceiros) (POTT & POTT, 2000; LORENZI, 2008).

Além disso, os indivíduos de *S. auriculata* e os baceiros se deslocam de acordo com o curso da água, podendo se instalar em locais com galharia. As espécies merecem atenção pois são consideradas altamente infestantes e potencialmente danosas à geração de energia (POMPÊO, 2017; SOUZA & LORENZI, 2019; LEITE *et al.*, 2009; POTT & POTT 2000).



Figura 19. *Salvinia auriculata* (Salviniaceae) registrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

Os principais pontos que apresentam acúmulo de macrófitas são áreas de deságué 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 áreas rasas, baixa velocidade da água e presença de vegetação remanescente (Figura 20), são propícios a um maior acúmulo de macrófitas, porém nesta campanha nenhum dos pontos amostrados apresentou alta densidade de macrófitas, o que pode ser explicado pela maior parte das espécies registradas serem emergentes, com isso, sua colonização ocorre mais próxima as margens.



Figura 20. Área com pouca profundidade na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

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 o sucesso da colonização depende de uma variedade de fatores ecológicos, dentre eles os fatores físicos e químicos.

Os principais fatores que interferem no processo de colonização por macrófitas aquáticas estão relacionados a estrutura e composição química do sedimento, a 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 (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).

Análise Quantitativa

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

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) apresenta os resultados da porcentagem de vegetação da área do reservatório na data da campanha de monitoramento. O mapa apresenta a porcentagem de elementos detectados pelo índice, sendo água, solo exposto e macrófitas aquáticas (Figura 21). A porcentagem de macrófitas aquáticas na área do reservatório da PCH Verde 4 somou 10,62%.

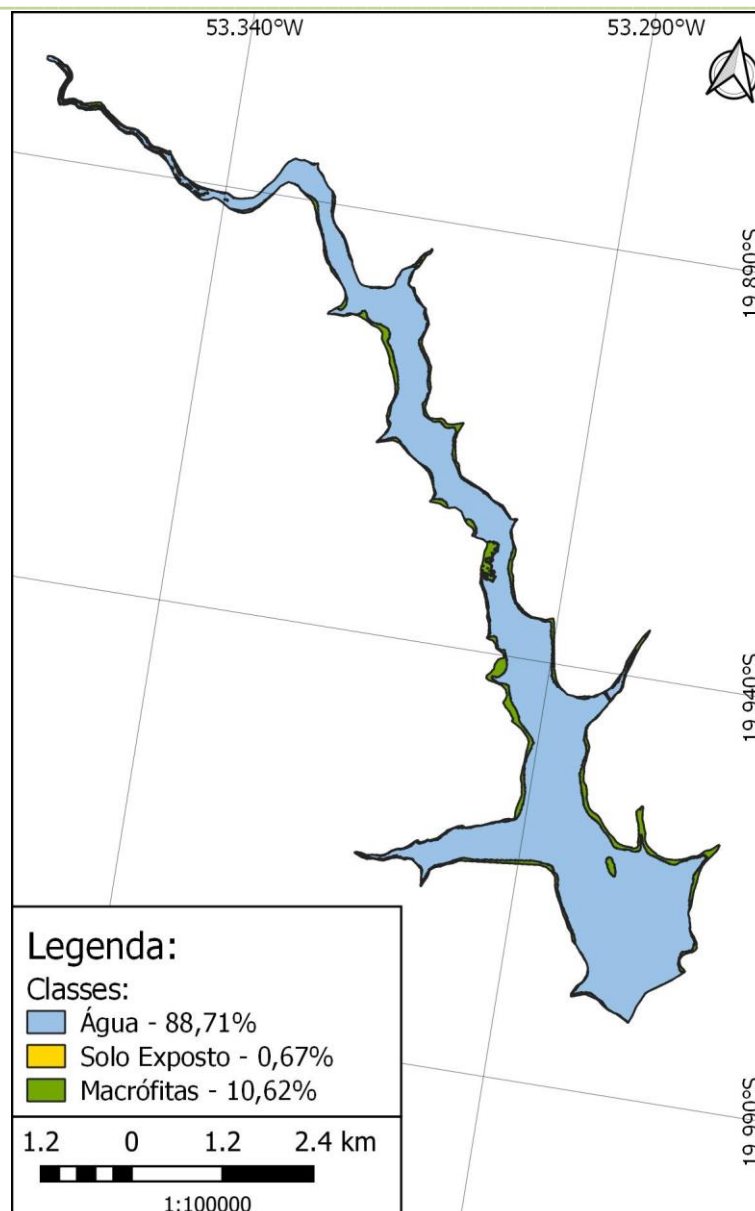


Figura 21. Mapa do resultado do NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizado do dia 09/02/2021. PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2021.

Curva do coletor

Durante a campanha não houve registro de novas espécies, permanecendo em 73 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 18) 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.

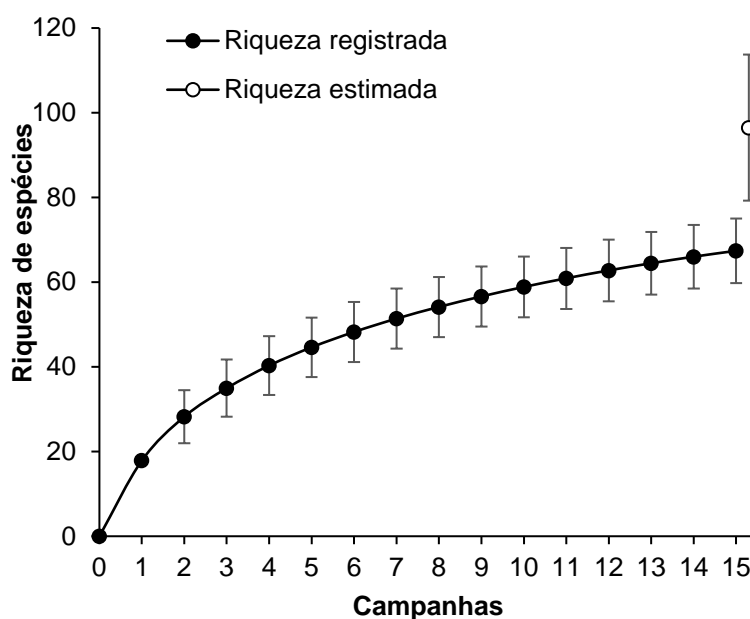


Gráfico 18. Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas do monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de Mao Tao e riqueza estimada pelo método de Jackknife 1. As barras representam o intervalo de confiança de 95%. Setembro de 2016 a fevereiro de 2021.

A variação da diversidade de plantas aquáticas está associada à diversidade de habitats, à ampla distribuição neotropical de espécies e aos pulsos de inundação. A sazonalidade influencia desde os corpos d'água marginais até 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.

8.3. Resultados Consolidados

Os valores de riqueza registrados variaram ao longo das campanhas de monitoramento do empreendimento (Gráfico 19). Durante o monitoramento iniciado em 2016 até esta última campanha em fevereiro de 2021 foram registradas 73 espécies distribuídas em 29 famílias e 39 gêneros (Anexo I). Os maiores valores foram registrados durante a sétima e oitava campanha (fevereiro e maio de 2018).

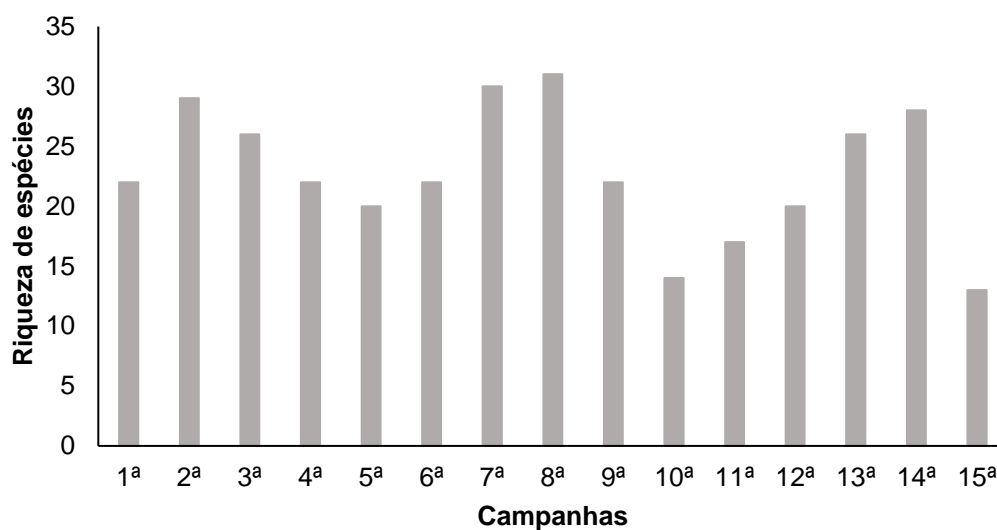


Gráfico 19. Riqueza de espécies registradas durante as campanhas de monitoramento da macrófitas na PCH Verde 4, Água Clara/MS. Fevereiro de 2021.

Tabela 15. Lista consolidada das 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. Nomenclatura botânica de acordo com o APG IV.

Família	Espécie	Campanhas															Forma Biológica	Potencial de Infestação	
		set/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	abr/20	ago/20	fev/21			
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a			
Alismataceae	<i>Echinodorus bolivianus</i>									x					x		An	1	
	<i>Echinodorus lanceolatus</i>		x	x			x	x	x				x				Em	1	
	<i>Echinodorus macrophyllus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Em	1	
	<i>Hydrocleys parviflora</i>	x	x	x	x		x	x	x	x								Sf	3
	<i>Limnocharis flava</i>					x			x									Em	1
	<i>Sagittaria guayanensis</i>						x	x	x				x	x	x	x	x	Ff	3
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>		x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	Em	3
Apiaceae	<i>Eryngium ebracteatum</i>				x	x											An	1	
	<i>Eryngium pandanifolium</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x		Em	1	
Araceae	<i>Philodendron sp.</i>	x	x	x													Em	1	
	<i>Urospatha sagittifolia</i>	x	x	x	x					x	x						Em	1	
	<i>Xanthosoma aristiguietae</i>	x				x	x	x	x		x						An	1	
Araliaceae	<i>Hydrocotyle sp</i>													x	x		An	1	
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i>											x	x	x	x		Sf	1	
Characeae	<i>Chara sp.</i>									x							Sf	1	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea ramosissima</i>														x		An	1	
Cyperaceae	<i>Ascolepis brasiliensis</i>		x	x	x		x	x									Em	2	
	<i>Cyperus cubense</i>		x			x			x			x		x			Ep	2	
	<i>Cyperus digitatus</i>										x			x			An	1	
	<i>Cyperus esculentus</i>								x			x					An	1	
	<i>Cyperus gardneri</i>							x	x								Ep	1	
	<i>Cyperus giganteus</i>														x		Em	2	
	<i>Cyperus luzulae</i>			x											x		Em	2	
	<i>Cyperus odoratus</i>								x		x	x		x	x		An	2	
	<i>Cyperus sesquiflorus</i>		x				x	x						x		x	Em	2	
	<i>Cyperus surinamensis</i>									x					x		An	1	
	<i>Eleocharis acutangula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	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	x	An	3	
	<i>Eleocharis minima</i>		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Sf	4	
	<i>Pycreus decumbens</i>									x							Em	2	
	<i>Pycreus lanceolatus</i>		x						x	x		x		x			Em	2	
	<i>Rhynchospora corymbosa</i>		x														Em	2	
	<i>Rhynchospora sp</i>															x	Em	2	
	Droseraceae	<i>Drosera sp.</i>	x															An	1
Eriocaulaceae	<i>Syngonanthus nitens</i>									x							An	1	
euphorbiaceae	<i>Caperonia cf. palustris</i>														x		An	1	
Hydrocharitaceae	<i>Apalanthe granatensis</i>					x											Sf	1	

Família	Espécie	Campanhas															Forma Biológica	Potencial de Infestação
		set/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	mai/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	abr/20	ago/20	fev/21		
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a		
Lamiaceae	<i>Hyptis lorentziana</i>								x								An	1
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i>	x	x		x					x		x	x		x		Sf	1
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium sp.</i>										x						Em	1
Lythraceae	<i>Cuphea melvilla</i>	x	x	x						x						x	Em	1
Lythraceae	<i>Cuphea sp.</i>		x	x				x	x								Em	1
Melastomataceae	<i>Microlicia euphorbioides</i>										x						An	1
	<i>Pterolepis glomerata</i>								x								An	1
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea cf. lingulata</i>														x		Ff	1
	<i>Nymphaea sp1</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x	Ff	1
	<i>Nymphaea sp2</i>					x	x	x	x	x			x	x		x	Ff	1
Onagraceae	<i>Ludwigia elegans</i>														x		Em	1
	<i>Ludwigia grandiflora</i>						x						x				Em	1
	<i>Ludwigia inclinata</i>											x					Sf	3
	<i>Ludwigia irwinii</i>										x						Em	1
	<i>Ludwigia lagunae</i>					x		x					x	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	x		An	1
	<i>Ludwigia sp.</i>											x	x			x	An	1
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	An	1
Plantaginaceae	<i>Bacopa australis</i>														x		Em	1
	<i>Bacopa monnierioides</i>									x							Em	1
	<i>Bacopa myriophylloides</i>	x									x		x	x	x		Em	1
	<i>Bacopa salzmännii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x		Em	1
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x	x	Em	1
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	x	x	x		x								x			Em	1
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>			x	x												Fl	4
	<i>Eichhornia diversifolia</i>		x	x	x	x		x	x	x			x	x	x		Ff	4
	<i>Pontederia parviflora</i>	x	x	x	x		x	x		x	x		x		x		Em	3
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	x	x	x	x	x	x		x	x							An	1
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		Fl	4
Typhaceae	<i>Typha sp.</i>								x								Em	3
Xyridaceae	<i>Xyris savannensis</i>	x	x	x		x	x										An	1
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>					x	x										An	3

8.4. Considerações Finais

Foram encontradas pela empresa FIBRAcon, um total de 73 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.

Ainda podem ocorrer colonizações futuras do reservatório por diferentes espécies de macrófitas, sobretudo em função de possíveis mudanças ambientais provocadas por alteração do uso do solo na bacia. 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.

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 possivelmente aumentará a riqueza registrada e poderá gerar conhecimento para proposição de possíveis ações de manejo, principalmente de espécies que representem potenciais danos à geração de energia.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. M., LANSAC-TÔHA, F. A., VELHO, L. F. M., JOKO, C.Y. & COSTA, D.M. 2007. New records of testate lobose amoebae (Protozoa, Arcellinida) for the Upper Paraná River floodplain. *Acta Limnol. Bras.* 19(2):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.

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.

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.

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.

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.

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

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

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.

DE MOURA-JÚNIOR, E. G, SEVERI, W., KAMINO, L. H. Y. *et al.* Em que grau os preditores espaciais e limnológicos explicam a ocorrência de uma espécie de macrófita submersa em ambientes lóticos e semilóticos / lênticos de um rio represado? *Limnology* (2020). <https://doi.org.ez51.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10201-020-00638-8>

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/aquadoce/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). *SuBwasserflora von Mitteleuropa*. Jena: Gustav Fischer Verlag

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

KOMÁREK, J. & FOTT, B. 1983. Das phytoplankton des 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. *Überrordnung Monogononta*. Stuttgart: Gebrüder Bosntraeget.

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

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

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

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

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.

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: 10 set. 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

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

OLENINA, I., HAJDU, S., EDLER, L., ANDERSSON, A., WASMUND, N., BUSCH, S., GÖBEL, J., GROMISZ, S., HUSEBY, S., HUTTUNEN, M., JAANUS, A., KOKKONEN, P., LEDAINE, I. AND NIEMKIEWICZ, E. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. HELCOM Balt.Sea Environ. Proc. No. 106, 144pp.

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.

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

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, 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.

SARBU, A.; CRISTOFOR, S. 1998. High competitive submerged macrophytes in the lower Danube floodplain and delta. 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.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. 2006. Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Rio de Janeiro: Ed. Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia. 58p.

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

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

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

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

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.

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

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.

THORNTON, K. W., KIMMEL, B. L. & PAYNE, F. E. 1990. Limnologia de reservatórios: perspectivas ecológicas. John Wiley & Sons.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos, PPG-ERN/UFSCar, 229p.

ZAMPIVA, N. K., & PEPINELLI, M. 2017. Checklist of Simuliidae (Insecta, Diptera) of state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

ZANATA, L.H., GÜNTZEL, A.M., RODRIGUES, T.A.R., SOARES, M.P.S. & SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Cladocera (Crustacea, Branquiopoda) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 107(supl.): e2017113, 2017. 9pp.

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

WANTZEN, K.M.; DRAGO, E. & SILVA, C.J.S. 2005. Aquatic habitats of Upper Paraguai Riverfloodplain- system and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecohydrology & Hydrobiology* 6(2):107-126.

WETZEL, R.G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. San Diego, Academic Press. 1006p.



José Milton Longo
Coordenador Técnico


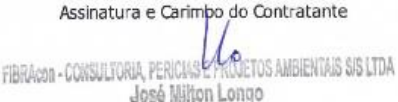

10. ANEXOS

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

ANEXO I

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: 2016/02307
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS		3.Registro no CRBio: 018769/01-D	
4.CPF: 294.004.141-53	5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br		6.Tel: (67)2109-7065
7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 9	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:	Data: 14/4/16		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
			
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**NÚMERO DE CONTROLE: 2607.3904.1749.9593**OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br



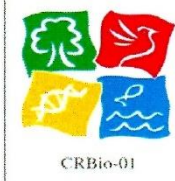
14/04/2016

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2016/02310
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE MILTON LONGO		3.Registro no CRBio: 023264/01-D	
4.CPF: 085.222.128-21	5.E-mail: jmlongo2@gmail.com		6.Tel: (67)3387-3232
7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 9	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 14/4/16		Data:	
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
José Milton Longo CRBio 23264/01-D	 José Carlos Chaves dos Santos		
			CRBio-01
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1965.2261.9792.7323

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ARI Nº: 2020/03816	
CONTRATADO				
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
CONTRATANTE				
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		
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL				
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.Value: R\$ 1.900,00	33.Total de horas: 40	34.Início: ABR/2020	35.Término: JUL/2024	
36. ASSINATURAS				37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima				
Data: 01/06/20		Data: 01/06/20		
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante		
				
				
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO		
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.				
Data: / /	Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante	

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 7219.8788.9729.1671

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/03861
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 FITOPLÂNCTON 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 FITOPLÂNCTON E PERIFÍTON NA ÁREA DA PCH VERDE 4.			
32.Valor: R\$ 3.400,00	33.Total de horas: 80	34.Início: ABR/2020	35.Término: JUL/2024
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:	Assinatura do Profissional	Data:	
	 Iola Reis Lopes CRBio 64020/01-D		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 7131.8700.9642.1270

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

22/05/2020

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica


Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/03851
CONTRATADO			
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
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRAcon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 22/05/20		Data: 22/05/20	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
			
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional		Data: / /
			Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / /
			Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 7447.8702.9643.1586

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

28/09/2016

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2016/06224
CONTRATADO			
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
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 28/09/16	Data: 29/9/16		
Assinatura do Profissional <i>Danielle Louise Cesquin Campos</i>	Assinatura e Carimbo do Contratante <i>José Milton Longo</i> FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA		
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: 2024.2065.9910.8382

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

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

RELATÓRIO TÉCNICO




Fibracon
AMBIENTAL

ÁGUA CLARA - MS

Fevereiro de 2021

15ª 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

E-mail: 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

Mariana da Silva Oliveira

CRBio: 120.184/01-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	16
7. Comparativo do monitoramento atual com as campanhas anteriores.....	17
9. Conclusões Finais	22
10. Referências Bibliográficas	23
11. Anexos.....	25
ANEXO I.....	26
ANEXO II.....	30
ANEXO III.....	32
ANEXO IV	35

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).

Estudos apontam que Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil são a base de suprimentos energéticos, sendo considerados a melhor solução técnica e econômica (DE SOUZA *et al.*, 2000), tendo em vista que o Brasil comporta algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo (ANA, 2019). Além disso, fornecem importantes oportunidades para pesquisa aplicada a efetividade de medidas mitigadoras (como SANTOS *et al.*, 2004), é nesse 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 segunda campanha de monitoramento da ictiofauna, realizada de 9 a 11 de fevereiro de 2021, além de compará-los aos dados anteriores disponíveis.

2. METODOLOGIA

2.1. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

O monitoramento é realizado em três estações de amostragens (Tabela 1), em trechos do rio Verde a montante do empreendimento, na projeção de seu reservatório 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 inclui a extensão de dois quilômetros imediatamente a jusante do barramento da PCH Verde 4A. 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. Local de instalação de redes de espera na estação de amostragens a montante, no monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2021.

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 2021.

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 2021.

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. Cinquenta lances de tarrafa (diâmetro de 2,5 m, malha de 25 mm entre nós) foram realizados, sendo um dia em cada estação amostral, totalizando três dias consecutivos de esforço amostral por campanha. Amostragens com tarrafas servem para complementar a amostragem em locais com maior correnteza, bancos de areia e próximo a galhos caídos à água.

Três lances de redes de arrasto (6 metros de comprimento, 1,5 m de altura, malha de 3 mm) foram realizados em cada estação, na zona litorânea do rio, para amostrar a ictiofauna de pequeno porte. A cada dia, uma estação de amostragens 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:

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

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

Para a apresentação do sucesso de captura por unidade de esforço amostral (CPUE) com redes de espera foi utilizada a unidade 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 40 espécies de peixes neste programa de monitoramento (Tabela 2, Gráfico 1), 14 das quais foram registradas na campanha de fevereiro de 2021, incluindo o primeiro registro direto de *Parauchenipterus galeatus* (cangati, Figura 4).

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 enscadeira na PCH Verde 4 (Tabela 3). Somando esses registros secundários aos dados primários do monitoramento, obtêm-se 44 espécies de peixes registradas na área da PCH Verde 4, mas provavelmente mais espécies serão registradas no decorrer do monitoramento, a julgar pelas 57 espécies da ictiofauna na área da PCH Verde 4A (FIBRACON, 2021), em trecho do rio Verde logo a montante.

Nesta campanha, as espécies mais abundantes foram *Parauchenipterus galeatus* (cangati, Figura 4), *Bryconamericus stramineus* e *Iheringichthys labrosus* (Gráfico 2). Em campanhas anteriores foram mais abundantes *Hemigrammus marginatus* (pequira), *Piabina argentea* (pequira), *Astyanax altiparanae* (lambari), *Galeocharax knerii* (saicanga), *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas, Figura 5) e *Bryconamericus stramineus* (pequira). A maioria dessas espécies pertence aos Characiformes (conhecidos como “peixes de escamas”, Figura 5), 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

5), a seguir os Siluriformes (bagres e cascudos), Perciformes (corvinas, tucunarés e carás, Figura 6) e outras ordens menores, como Gymnotiformes (tuiras).

Nesta campanha, diferente do que ocorreu na maioria das campanhas anteriores, cinco exemplares foram eutanasiados e doados ao projeto de Pesquisa e Desenvolvimento intitulado “Metanálise da biota aquática na área de influência das PCHs Verde 4 e Verde 4A (Mato Grosso do Sul – conforme Autorização Ambiental 0036/2019). Os indivíduos aproveitados são representados por valores marcados com asterisco na (Tabela 2). Tratam-se exemplares de espécies-alvo de projeto de Pesquisa e Desenvolvimento intitulado “Metanálise da biota aquática na área de influência das PCHs Verde 4 e Verde 4A (Mato Grosso do Sul) na avaliação dos efeitos da reprodução induzida de larvas de peixes e definição de procedimentos para preservação das espécies”, e um exemplar de *Cichla kelberi*, por ser espécie introduzida. Nesses casos, os peixes foram eutanasiados conforme métodos e procedimentos previstos na resolução CRMV n° 1000/2012 e CFBio n° 301/2012, em seguida foram eviscerados para retirada de ossículos do crânio (otólitos), estômagos, gônadas e escamas, conforme Autorização Ambiental 036/2019. O restante foi descartado de acordo com às definições do Comunicado Técnico nº144/2019, que estabelece a destinação adequada para o descarte de animais mortos em enterros (EMBRAPA, 2019).



Figura 4. Exemplar de *Parauchenipterus galeatus* (cangati) espécie exemplar abundante na área da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2021.



Figura 5. Exemplar de *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) espécie de Characiformes capturado no reservatório e eutanasiado e doado para estudos na PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2021.



Figura 6. Exemplar de *Cichla kelberi* (tucunaré) espécie de Perciformes capturado no reservatório, eutanasiado e doado para estudos da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Fevereiro de 2021.

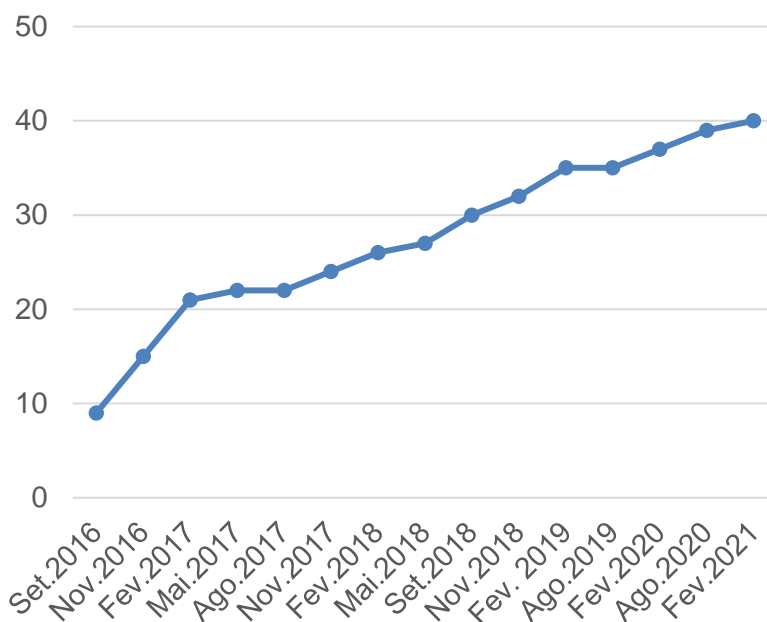


Gráfico 1. Curva cumulativa de espécies (curva do coletor) ao longo das campanhas de monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

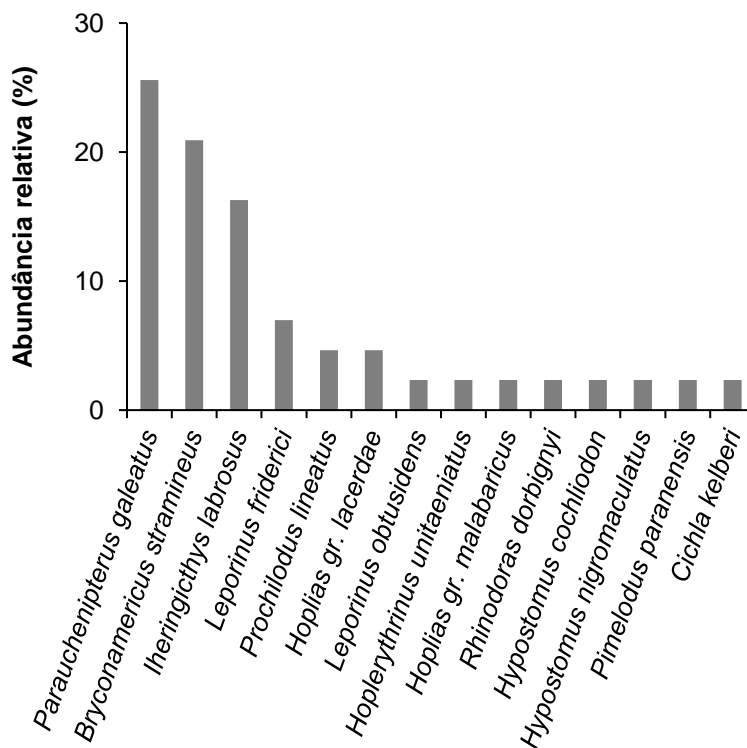


Gráfico 2. Ranking de abundâncias das espécies registradas na campanha de fevereiro de 2021 do monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Tabela 2. (continuação). Espécies de peixes registradas, valores de abundância total e relativa no monitoramento da ictiofauna na fase de operação da PCH Verde 4, Água Clara – MS. Número seguidos de asterisco (*) representam exemplares eutanasiados para aproveitamento em P&D paralelo a este monitoramento.

	Fevereiro de 2019					Agosto de 2019					Fevereiro de 2020					Agosto de 2020					Fevereiro de 2021				
	Montante	Reservatório	Jusante	Abundâncias totais	Abundância relativa	Montante	Reservatório	Jusante	Abundâncias totais	Abundância relativa	Montante	Reservatório	Jusante	Abundâncias totais	Abundância relativa	Montante	Reservatório	Jusante	Abundâncias totais	Abundância relativa	Montante	Reservatório	Jusante	Abundâncias totais	Abundância relativa
CHARACIFORMES																									
Família Prochilodontidae																									
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)																									
											22		22	0,361	3	9*	1*	13	0,197		2		2		0,047
Família Anostomidae																									
<i>Leporinus elongatus</i> Valenciennes, 1850																									
	1		1	0,008													1*	3*	4	0,061					
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)																									
	5	2	7	0,056	1		2	3	0,047								1*	1*	2	0,030		2*	1*	3	0,070
<i>Leporinus lacustris</i> Campos, 1945																									
							2	2	0,031	1			1	0,016											
<i>Leporinus obtusidens</i> Valenciennes, 1836																									
																		1*	1	0,015		1*		1	0,023
<i>Schizodon borellii</i> (Boulenger, 1900)																									
Família Characidae																									
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000																									
	18	44	62	0,492	5		9	14	0,219	9			9	0,148				2	2	0,030					
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1829)																									
					5		6	11	0,172			8	8	0,131											
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908																									
	15		15	0,119	4			4	0,063						13			13	0,197		9		9	0,209	
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)																									
	9		20	0,159			3	3	0,047	8			8	0,131			1*		1	0,015					
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911																									
<i>Hyphessobrycon</i> sp.																									
<i>Knodus moenkhausii</i> (Eigenmann & Kennedy, 1903)																									
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>intermedia</i> Eigenmann, 1908																									
											2		2	0,033				2	2	0,030					
<i>Myloplus tiete</i> (Eigenmann & Norris, 1900)																									
<i>Odontostilbe</i> sp.																									
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867																									
					15			15	0,234									3	3	0,045					
<i>Roeboides paranensis</i> Pignalberi, 1975																									
							1	1	0,016			1	1	0,016											
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850																									
		1	1	2	0,016																				
Família Acestorhynchidae																									
<i>Acestorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)																									
		9	9	0,071																					
Família Erythrinidae																									
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (Agassiz, 1829)																									
																					1		1	0,023	
<i>Hoplias</i> sp. (grupo <i>lacerdae</i>)																									
		1	1	0,008		4		4	0,063		2		2	0,033	1	2		3	0,045		2		2	0,047	
<i>Hoplias</i> sp. (grupo <i>malabaricus</i>)																									
							1	1	0,016			1	1	0,016							1		1	0,023	
SILURIFORMES																									
Família Auchenipteridae																									
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)																									
																					1	10	11	0,256	
Família Doradidae																									
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)																									
																					1		1	0,023	
Família Loricariidae																									
<i>Hypostomus albopuntatus</i> (Regan, 1908)																									
		1	1	0,008																					
<i>Hypostomus cochliodon</i> Kner, 1854																									
							1	1	0,016			3	3	0,049									1	1	0,023
<i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan, 1908)																									
		1	1	0,008											4			4	0,061				1	1	0,023
<i>Hypostomus</i> cf. <i>nigromaculatus</i> (Schubart, 1964)																									
<i>Hypostomus</i> cf. <i>regani</i> (Ihering, 1905)																									
<i>Hypostomus</i> sp.																									
Família Heptapteridae																									
<i>Pimelodella taenioptera</i> Miranda-Ribeiro, 1914																									
		1	1	0,008																					
Família Pimelodidae																									
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)																									
	3	1	4	0,032	2		4	6	0,094	3			3	0,049							1	6	7	0,163	
<i>Pimelodus argenteus</i> Perugia, 1891																									
			1	0,008																					

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 (ICMBio, 2018) e a IUCN *Red List* (2020). 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 *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Salminus hilarii* (tabarana), *Leporinus elongatus* (piapara), *Leporinus obtusidens* (piapara), e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) são espécies reofílicas (migradoras de longas distâncias), segundo os critérios de AGOSTINHO *et al.* (2003). Ainda pelos critérios 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 piracanjuba (*Brycon orbygnianus*) a montante da PCH Verde 4, mas sem sucesso de captura nas amostragens deste programa de monitoramento. As espécies supracitadas, em especial as que realizam longas migrações reprodutivas, são as de maior interesse à pesca e indicadoras da funcionalidade da sub-bacia.

Cichla kelberi (tucunaré) é espécie alóctone, introduzida a partir da bacia Amazônica. *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jejú) e *Hypostomus cochliodon* (cascudo), também podem ser consideradas alóctones, pois colonizaram a bacia do Alto Rio Paraná apenas depois da instalação da UHE Itaipu e alagamento da barreira natural de Sete Quedas, conforme JÚLIO JÚNIOR *et al.* (2009).

7. COMPARATIVO DO MONITORAMENTO ATUAL COM AS CAMPANHAS ANTERIORES

Na campanha mais recente (fevereiro de 2021) foram registrados 42 indivíduos pertencentes a 14 espécies e nove famílias taxonômicas de peixes (Tabela 2), o que representa valor intermediário de abundância e valor elevado de riqueza de espécies em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 3).

Nas campanhas de agosto de 2020 e de fevereiro de 2020, ocorreu alta representatividade de curimatá (*Prochilodus lineatus*) no reservatório, possivelmente aproveitando recursos alimentares que se desenvolvem no novo ambiente. Na campanha de fevereiro de 2019 houve importante representatividade do lambari *Astyanax altiparanae* no reservatório, provavelmente pela rápida colonização e por ser uma espécie oportunista. Porém, nas campanhas seguintes, agosto de 2019, fevereiro de 2020 e agosto de 2020, não houve registros de *A. altiparanae* e pouco registros de outros Characiformes de pequeno porte, apenas de exemplares de *Hoplias gr. lacerdae* (traíra), piscívoros. Isso condiz com modelos de flutuações populacionais de predadores e presas esperados após a formação do reservatório, como também observado pelo monitoramento no reservatório da PCH Verde 4A. Diferentes áreas do reservatório ou do trecho a montante podem funcionar como fontes de dispersão de espécies nas recolonizações nesses ciclos. Do mesmo modo a população de *P. lineatus* registrada nas campanhas recentes poderá passar por oscilações e recolonizações nas diferentes áreas do reservatório.

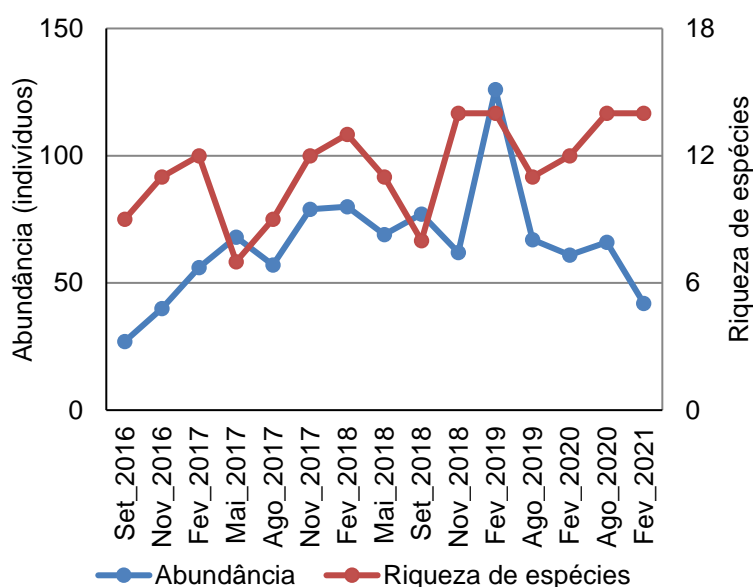


Gráfico 3. Evolução dos parâmetros abundância de indivíduos e riqueza de espécies de peixes no monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Nesta campanha houve boa distribuição da abundância relativa entre as espécies (Gráfico 1), resultando índice de equidade de *Pielou* de 0,83 (numa escala de 0 a 1), que foi intermediário a alto em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 4). A combinação entre equidade e riqueza de espécies intermediárias a altas resultou em elevado índice de diversidade de *Shannon*, com valor de 2,2 nesta campanha, um dos maiores registrados pelo monitoramento (Gráfico 4).

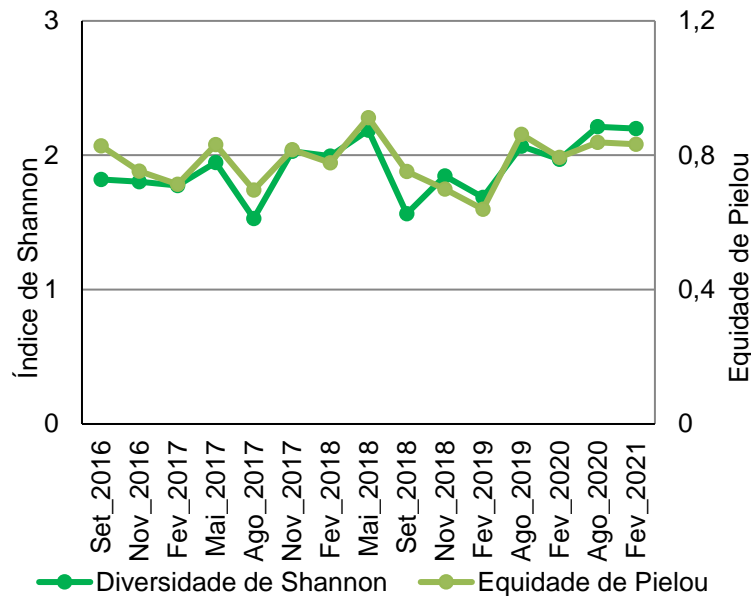


Gráfico 4. Evolução dos parâmetros de índice de equidade de *Pielou* e índice de diversidade de *Shannon* no monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

O valor médio de CPUE (captura por unidade de esforço) para peixes registrados nesta campanha foi cerca de 230 indivíduos por 1000m² de redes por 24 horas no rio Verde (Tabela 4), valor idêntico à campanha anterior e intermediário a baixo em comparação às demais campanhas anteriores (Gráfico 5). Como esperado, os valores registrados nas diferentes campanhas são inferiores ao registrado em ambientes maiores, como no rio Paraná, onde foram registrados cerca de 600 a 900 indivíduos por 1000m² de redes por 24 horas entre os anos de 2000 a 2007 (JÚLIO JR. *et al.*, 2007).

Novamente, a estação do reservatório apresentou sucesso de captura relativamente alto (Gráfico 5), com cerca de 422 indivíduos por 1000m² de redes por 24 horas. A estação a jusante apresentou sucesso de captura intermediário, com cerca de 222

indivíduos por 1000m² de redes/24hs, enquanto a estação a montante apresentou o menor valor, com cerca de 44 indivíduos por 1000m² de redes/24hs (Gráfico 5).

Como a estação à montante representa o pequeno trecho do rio Verde entre o reservatório da PCH Verde 4 e o barramento da PCH Verde 4A, a baixa representatividade de peixes reofílicos é desejável, pois esse trecho equivale a uma “armadilha ecológica” (PELICICE & AGOSTINHO, 2008). A baixa abundância pode ser um bom indicador preliminar do manejo da ictiofauna local pelos programas de transposição e reprodução induzida das PCHs Verde 4 e 4A.

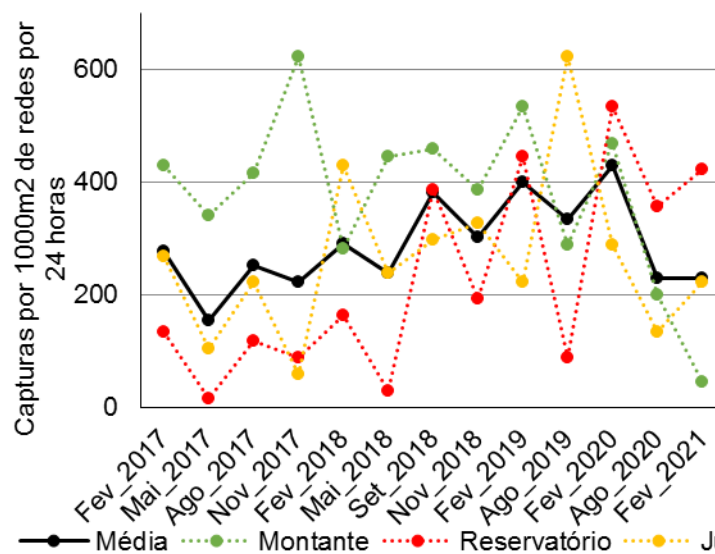


Gráfico 5. Evolução do sucesso de captura médio (indivíduos por 1000m² de redes por 24 horas) e em cada estação de monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Dentre as espécies capturadas, as que apresentam potencial para a pesca, em ordem de importância, conforme citado pelos pescadores amadores locais, bem como biomassa e abundância dos peixes são: *Prochilodus lineatus* (curimbatá), *Leporinus elongatus* (piapara), *L. friderici* (piau-três-pintas), *L. lacustris* (piau-três-pintas), *Salminus hilarii* (tabarana), *Iheringichthys labrosus* (mandi-beiçudo), *Pimelodus argenteus* (mandi), *Galeocharax knerii* (dentudo), *Myloplus tiete* (pacu-peva), *Hoplias gr. malabaricus* e os lambaris *Astyanax altiparanae* e *A. fasciatus*. Já *Sternopygus macrurus*, *Gymnotus inaequilabiatus* e *Eigenmannia trilineata* (tuviras) apresentam interesse à pesca pelo uso potencial como isca-viva.

Tabela 4. Valores de captura por unidade de esforço amostral (indivíduos por mil metros quadrados de redes por 24 horas) com redes de espera no monitoramento da ictiofauna na fase de instalação da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Táxons	Set. de 2016				Nov. de 2016				Fev. de 2017				Maio de 2017				Ago. de 2017				Nov. de 2017				Fev. de 2018				Maio de 2018				Set. de 2018				Nov. de 2018								
	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média									
<i>Prochilodus lineatus</i>																																													
<i>Leporinus elongatus</i>					15	133	49		44			15	15			5																													
<i>Leporinus friderici</i>	15		74	30					311	44	44	133					15	5	148	15	54	15				15	237	84		74				89	30	74		25	30	15	30	25			
<i>Leporinus lacustris</i>					15			5	15			5					30	10		15	5					30			10	74								15	5	30		10			
<i>Leporinus obtusidens</i>																																													
<i>Schizodon borelli</i>																																													
<i>Astyanax altiparanae</i>	30	89	30	49			30	10	30	44	25		222	15		79	148	74	133	119	74				74			64	30	15	15		222	133	15	123	133	119	193	148					
<i>Astyanax fasciatus</i>		15	30	15	30		222	84	15	89	35						89			30	44					104	30	44						178	267	148									
<i>Galeocharax knerii</i>			30	10					59		30	30	59		74	44	148			49	207	30	15	84	178	74		84	148				30	44		25	119		15	44					
<i>Myloplus tiete</i>																					15			5																					
<i>Roeboides paranensis</i>					15		15	10																																					
<i>Salminus hilarii</i>																																													
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>																																													
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>																																													
<i>Hoplias gr. lacerdae</i>																																													
<i>Hoplias gr. malabaricus</i>	15		15	10																																									
<i>Iheringichthys labrosus</i>									15			5	44		15		30			10	59	15		25	15			5	133	15	49						44				15				15
<i>Pimelodus argenteus</i>											15	5							15		5							15	5	30	15	15	20					15		15	10				
<i>Pimelodus paranensis</i>																																													
<i>Hypostomus sp.</i>	15			5																																									
<i>Hypostomus albopuntatus</i>																																													
<i>Hypostomus cochliodon</i>																																													
<i>Hypostomus margaritifer</i>											15	5		30	10		30		10																										
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>																																													
<i>Hypostomus cf. regani</i>									15			5																																	
<i>Rhinodoris dorbignyi</i>											30	10																																	
<i>Eigenmannia trilineata</i>			15	5																																									
<i>Sternopygus macrurus</i>									15			5																																	
<i>Cichla kelberi</i>																																													
Totais	74	104	193	123	59	15	400	158	430	133	267	277	341	15	104	153	415	119	222	252	622	89	59	222	281	163	430	291	444	30	237	237	459	385	296	380	385	193	326	301					

Tabela 4 (continuação) Valores de captura por unidade de esforço amostral (ind./1000m² de redes por 24 horas) com redes de espera no monitoramento da ictiofauna na fase de operação da PCH Verde 4, Água Clara – MS.

Táxons	Nomes populares	Fev. de 2019				Ago. de 2018				Fev. de 2020				Ago. de 2020				Fev. de 2021			
		Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média	Montante	Reservatório	Jusante	Média
<i>Prochilodus lineatus</i>										489		163	67	200	22	96		44		15	
<i>Leporinus elongatus</i>	Piapara	15			5									22	67	30					
<i>Leporinus friderici</i>	Piau-três-pintas	74	30		35	22		44	22					22	22	15		44	22	22	
<i>Leporinus lacustris</i>	Piau-três-pintas							44	15	22		7									
<i>Leporinus obtusidens</i>														22	7			22		7	
<i>Schizodon borelli</i>	Piau-bosteiro																				
<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari	267	222		163	111		200	104	200		67									
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari					111		133	81			178	59								
<i>Galeocharax knerii</i>	Dentudo	133		163	99			67	22	178		59		22		7					
<i>Myloplus tiete</i>	Pacu-peva																				
<i>Roeboides paranensis</i>	Dentudo													22	7						
<i>Salminus hilarii</i>	Tabarana		15	15	10			22	7												
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Peixe-cachorro		133		44																
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Jejú																	22		7	
<i>Hoplias gr. lacerdae</i>	Trairão		15		5		89	0	30		44	15	22	44	22			44		15	
<i>Hoplias gr. malabaricus</i>	Traíra											7						22		7	
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Mandi-beiçudo	44	15		20	44		89	44	67		22						22	133	52	
<i>Pimelodus argenteus</i>	Mandi			15	5																
<i>Pimelodus paranensis</i>	Mandi																		22	7	
<i>Hypostomus sp.</i>	Cascudo																				
<i>Hypostomus albopuntatus</i>	Cascudo		15		5																
<i>Hypostomus cochliodon</i>	Cascudo																		22	7	
<i>Hypostomus margaritifer</i>	Cascudo			15	5			22	7		67	22	89			30					
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	Cascudo																		22	7	
<i>Hypostomus cf. regani</i>	Cascudo																				
<i>Parauchenipterus galeatus</i>																		22,2	222	81	
<i>Rhinodoris dorbignyi</i>	Armado																	22,2		7	
<i>Eigenmannia trilineata</i>	Tuvira																				
<i>Sternopygus macrurus</i>	Tuvira																				
<i>Cichla kelberi</i>	Tucunaré			15	5									44		15		22	0	7	
Totais		533	444	222	400	289	89	622	333	467	533	289	430	200	356	133	230	44	422	222	230

9. CONCLUSÕES FINAIS

Até o momento foram registradas diretamente 40 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 táxons com ampla distribuição pela bacia do Alto Rio Paraná, sem ocorrência de espécies endêmicas ou ameaçadas.

A campanha de fevereiro de 2021 apresentou valores relativamente altos riqueza de espécies (n=14), equidade e índice de diversidade, mas relativamente baixos de abundância total (n=42) e sucesso de captura por redes de espera em comparação às demais campanhas.

Esta foi a quinta campanha da fase de operação do empreendimento. As campanhas desta etapa poderão ser comparadas às 10 campanhas de etapas anteriores, 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.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/divisoes-hidrograficas>. Acesso em: 16 de setembro de 2020.

DE SOUSA, W. L. (2000). Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens.

EMBRAPA GADO DE CORTE - Comunicado Técnico. 2019. Métodos de destino final de animais mortos de médio e grande porte no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 14 p.

FIBRACON, Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais. 2018a. Relatório Técnico de Resgate da Ictiofauna em Ensecadeira da PCH Verde 4A. Fevereiro de 2018. Em preparação.

FIBRACON, Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais. 2018b. Relatório Técnico de Monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4A, 14ª Campanha. Fevereiro de 2018. 28pp.

GRAÇA, W. J. & C. S. PAVANELLI. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, EDUEM. 308 p.

IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <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.

LANGGANI, F., CASTRO, R.M.C. OYAKAWA, O.T., SHIBATTA, O.A., PAVANELLI, C.S. & CASATTI, L. 2007 Ichthyofauna diversity of the upper rio Paraná: present composition and future perspectives. *Biota Neotropica*. vol. 7, no. (3) 181-198.

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

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

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 floodplain (Brazil). *Cytologia*, 68(2), 159-163.

Pelicice, F.M. & Agostinho, A.A. 2008. Fish-passage facilities as ecological traps in large neotropical rivers. *Conservation biology*, 22(1), pp.180-188.

REIS, R.E., S.O. KULLANDER & C.J. FERRARIS JR. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Editora Da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Do Sul. porto alegre, Brazil. 729 p.

SANTOS, G.M.; MÉRONA, B.; JURAS, A.A. & JÉGU, M. 2004. Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Eletronorte, Brasília, Brasil. 216 pp.

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

José Milton Longo
Coordenador Técnico

11. ANEXOS

Anexo I – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do programa de monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo II – Mapa de acesso e áreas amostrais com seus respectivos pontos de coleta para o Monitoramento da Ictiofauna Terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo III – Autorização Ambiental para o Monitoramento da Ictiofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo IV - Autorização Ambiental para o Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) “Metanálise da biota aquática na área de influência das PCHs Verde 4 e Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

ANEXO I


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: 2016/02310
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE MILTON LONGO		3.Registro no CRBio: 023264/01-D	
4.CPF: 085.222.128-21	5.E-mail: jmlongo2@gmail.com		6.Tel: (67)3387-3232
7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 9	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 14/4/16		Data:	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
 José Milton Longo CRBio 23264/01-D		 FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA José Carlos Chaves dos Santos	
 CRBio-01			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1965.2261.9792.7323

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2016/02356
CONTRATADO			
2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA		3.Registro no CRBio: 040701/01-D	
4.CPF: 891.889.771-53	5.E-mail: fritz@hotmai.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
CONTRATANTE			
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:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 18/04/16 Assinatura do Profissional 	Data: 18/04/16 Assinatura e Carimbo do Contratante 		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 2603.3900.1745.9589

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

22/05/2020

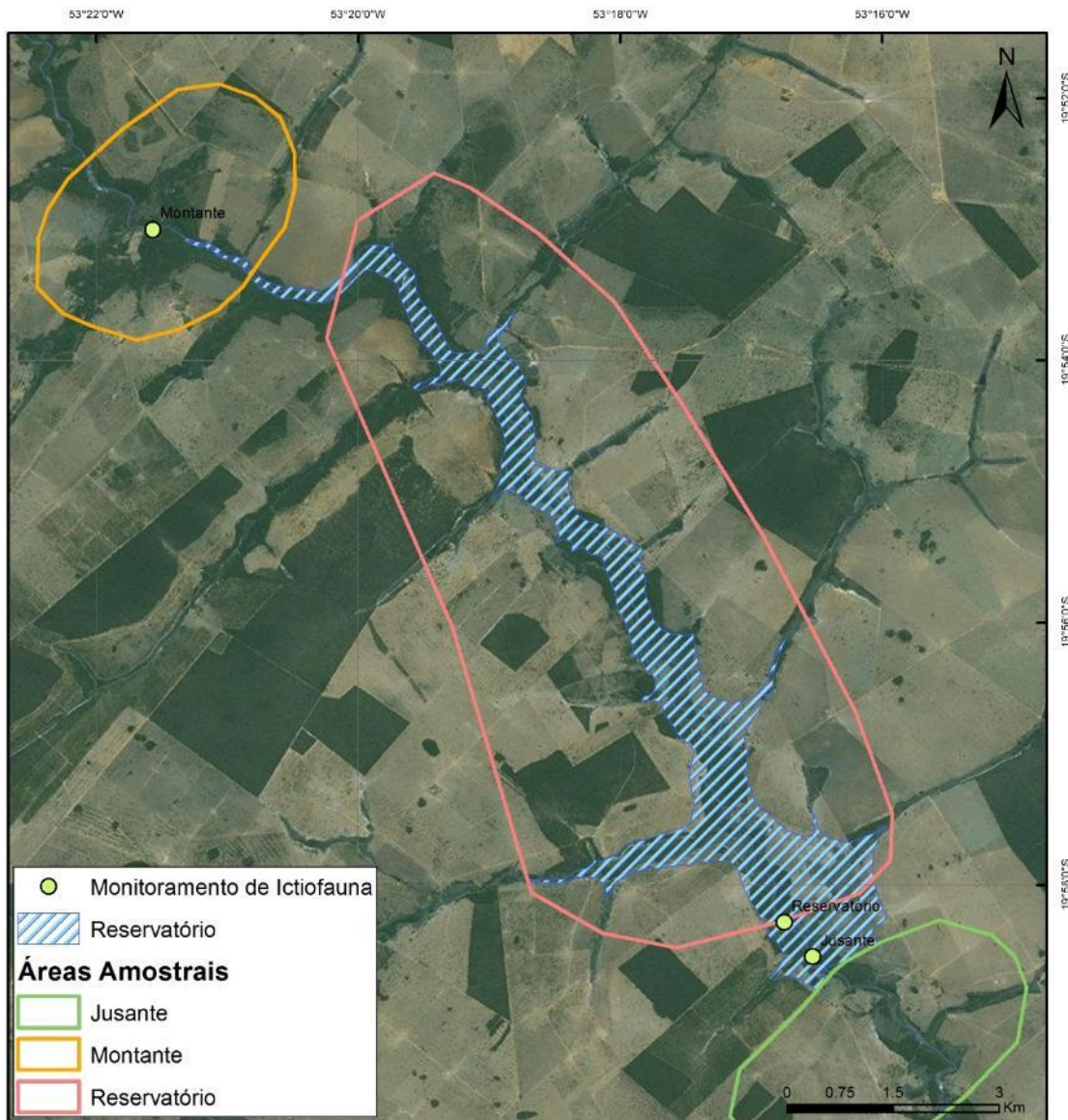
ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/03851
CONTRATADO			
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
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 22/05/20		Data: 22/05/20	
Assinatura do Profissional		Assinatura e Carimbo do Contratante	
			
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante


CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 7447.8702.9643.1586

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

ANEXO II



ANEXO III

	GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR - SEMAGRO INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - IMASUL AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA MANEJO DE FAUNA IN SITU
---	--

RAA Nº: 012/2016	VERSÃO: 1.0	VALIDADE: 30/09/2024	PROCESSO Nº:71/402742/2020
------------------	-------------	----------------------	----------------------------

ATIVIDADE: Monitoramento.

REQUERENTE: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

CNPJ: 11.151.033/0001-59.

EMPREENDIMENTO: PCH VERDE 4.

MUNICÍPIO: ÁGUA CLARA.

LOCALIZAÇÃO: Rodovia 357, KM 85.

BACIA HIDROGRÁFICA: Paraná – UPG Verde.

CONSULTORIA: FIBRACON – CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS LTDA.

CNPJ: 08.374.309/0001-53.

ENDEREÇO: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 09 – CEP 79.040-960 – Campo Grande/MS.

OBJETIVO: Monitorar a fauna registrada para a área do empreendimento antes, durante e após o enchimento do reservatório, garantindo o banco de dados a fim de auxiliar nas diferentes estratégias de manejo de fauna silvestre ocorrente na região de inserção do empreendimento, PCH Verde 4.

COORDENADOR GERAL DA ATIVIDADE E EQUIPE TÉCNICA:

José Milton Longo	CRBio:023264/01/CPF:085.222.128-21	Coordenação/Ictiofauna
José Carlos C. dos Santos	CRBio:018769/01/CPF:294.004.141-53	Coordenação/Mastofauna
Giovane Lima Vilhanueva	CRBio:116812/01/CPF:050.041.091-76	Mastofauna
Ana Luiza Cesquin Campos	CRBio:043731/01/CPF:894.232.671-49	Herpetofauna
Thiago Mateus Breda	CRBio:068722/01/CPF:055.842.549-67	Avifauna
Fábio Ricardo da Rosa	CRBio:040701/01/CPF:891.889.771-53	Ictiofauna

PERÍODO DA(S) CAMPANHA(S): campanhas de 4 dias em fevereiro e agosto de 2021,2022,2023 e 2024.

ÁREAS AMOSTRAIS: UTM 22K


Pontos	Descrição	Coordenadas	
01	Controle	243303.00 mE	7814962.00 mS
02	Montante	252955.00 mE	7799808.00 mS
03	Reservatório	256548.00 mE	7799196.00 mS
04	Jusante	262489.00 mE	7789323.00 mS

PETRECHOS: armadilhas de metal, armadilhas de interceptação e queda (pitfalls), armadilhas fotográficas, redes de espera (15-30-40-50-60-70-80-100-120mm), tarrafa (malha 25mm), rede de arrasto (malha 3 mm) e binóculo.

METODOLOGIAS E ESFORÇOS AMOSTRAIS:

Grupo	Métodos	Esforço a ser utilizado
Herpetofauna	Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls)	Serão instaladas 03 armadilhas em cada ponto amostral, com vistoria pelo menos uma vez ao dia. O esforço amostral será de 12/baldes/noite e 48 baldes/campanha, permanecendo 72horas/campanha.
	Busca ativa	Será realizada nas quatro áreas amostrais sendo 6 horas por dia e 24 horas/campanha.
	Zoofonia	Amostragem de anuros, no período noturno nos sítios de reprodução, por duas horas, totalizando 08 horas/campanha.
Avifauna	Pontos de escuta e transectos	As observações ocorrerão nas primeiras quatro horas da manhã, nas últimas quatro horas da tarde e nas duas primeiras da noite, totalizando 10 horas de amostragem por área e 40 horas/campanha.
Mastofauna	Busca ativa (vestígios diretos e indiretos)	Serão realizadas caminhadas ao amanhecer e ao anoitecer, durante seis horas por área amostral, totalizando 24 horas/campanha.
	Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls traps)	Serão instaladas três armadilhas compostas cada uma de 4 baldes, em cada área amostral, totalizando 48 baldes/noite/campanha e 72 horas/campanha.
	Armadilhas fotográficas	Serão instaladas câmeras trap nas áreas amostrais por três noites consecutivas, 36 horas/campanha.

Ictiofauna	Armadilhas de metal (Sherman e Tomahawk)	Serão instaladas 10 armadilhas de cada tipo por área, durante 03 noites, 36 horas/campanha.
	Redes de espera (malhas: 15-30-40-50-60-70-80-100-120mm)	Serão armadas ao entardecer e retiradas pela manhã, ficando 12 horas abertas por dia e 36 horas/campanha.
	Tarrafa (malha 25mm)	Serão realizados 50 lances em cada ponto amostral.
	Rede de arrasto (malha 3mm)	Três lances em cada ponto amostral.
DESTINAÇÃO DO MATERIAL: Coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal de MS – UFMS.		
Deverão ser observadas as seguintes condicionantes:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Esta autorização aprova ambiental a execução das atividades relativas ao monitoramento de fauna terrestre e ictiofauna na área de influência da PCH Verde 4 e transporte, quando couber, de exemplares para a UFMS; 2. As capturas deverão ser realizadas, com os petrechos e métodos mencionados nesta autorização; 3. Os exemplares capturados e identificados no local que não necessitem de sacrifício deverão ser manuseados em tempo para sua devolução ao ambiente em condições de sobrevivência; 4. As redes de espera utilizadas na coleta de peixes devem ser vistoriadas no máximo de 12/12 horas e retiradas dos locais de coleta após o término dos trabalhos; 5. As armadilhas devem ser posicionadas em locais e horários de acordo com a biologia da espécie ou comunidade, e sua revisão deve ser efetuada no menor tempo possível, considerando a temperatura e insolação locais, buscando reduzir o estresse e o sofrimento do animal (Portaria CFBio nº 148/2012); 6. As armadilhas de interceptação e queda (pitfalls) devem ser retiradas dos locais de captura ou permanecer tampadas entre os períodos de amostragem. Estas devem possuir dispositivos de segurança contra afogamentos e hipotermia/hipotermia, como furos na base dos baldes, colocação de folhas, gravetos e vasilhas d'água. As vistorias devem ser, no mínimo, diárias (preferencialmente matutinas); 7. Adotar os métodos e procedimentos de eutanásia, quando for o caso, previstos na Resolução CFMV nº 1000/2012 e na Resolução CFBio nº 301/2012; 8. Em caso de ocorrência, no local do empreendimento, de focos epidemiológicos, fauna potencialmente invasora, inclusive doméstica, ou fauna sinantrópica ou exótica nociva, os espécimes deverão ser destinados de acordo com a IN IBAMA nº 141/2006; 9. Animais exóticos (cuja distribuição geográfica não inclua o território brasileiro) capturados não devem ser soltos e sim eutanasiados conforme previsão da condicionante 07; 10. Apresentar carta de recebimento das instituições depositárias contendo a lista e a quantidade dos animais recebidos, bem como a lista de marcação individual e permanente utilizada em cada espécime. Os espécimes oriundos desta autorização não poderão ser comercializados; 11. Informar à Polícia Militar Ambiental/MS da região sobre dos trabalhos de captura (datas e locais); 12. Durante a execução das atividades a equipe deverá portar esta Autorização para efeito de fiscalização; 13. Qualquer alteração no projeto, equipe, período e/ou metodologia deverão ser previamente autorizadas pelo IMASUL; 14. Envio de relatório final com os dados consolidados das campanhas à Gerência de Recursos Pesqueiros e Fauna – GPF/IMASUL, em formato digital, conforme termo de referência disponível no site do IMASUL, num prazo de 60 (sessenta) dias após o vencimento desta autorização; 15. Para a captura em Unidades de Conservação Estaduais esta Autorização não isenta da Autorização Ambiental de Pesquisa em UC's no Estado; 16. O IMASUL reserva-se ao direito de a qualquer momento e de acordo com as normas legais, exigir melhorias e/ou alterações na execução das atividades; 17. A presente Autorização não dispensa e nem substitui outras Licenças, Autorizações, Alvarás ou Certidões de qualquer natureza exigidas pela legislação federal, estadual ou municipal; 18. Esta autorização NÃO PERMITE: <ol style="list-style-type: none"> I. Captura/coleta/transporte/soltura de espécimes em área particular sem o consentimento do proprietário; II. Coleta de material biológico por técnicos não listados nesta autorização; III. Exportação de material biológico; IV. Acesso ao patrimônio genético nos termos da regulamentação constante no Decreto nº 8.772/2016 e na Lei nº 13.123/2015. 19. O IMASUL, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização, sem prejuízo da adoção das outras medidas punitivas administrativas e judiciais, quando ocorrer: <ol style="list-style-type: none"> I. Violação ou inadequação de quaisquer das condicionantes acima descritas ou normas legais; II. Omissão ou falsa descrição das informações relevantes que subsidiarem a expedição da Autorização; III. Superveniência de graves riscos ambientais e à saúde. 20. Admitindo-se a renovação, deverá esta, encontrar-se em conformidade com o disposto nos Artigos 32 e 35 e da Resolução SEMADE nº 09/2015. 		
Local e data:	Campo Grande, 30 de Fevereiro de 2021	


 Diretor Presidente do IMASUL

ANEXO IV

	GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR - SEMAGRO INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - IMASUL AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA MANEJO DE FAUNA IN SITU
---	--

AA Nº: 036/2019	VALIDADE: 31/10/2021	PROCESSO Nº:71/404851/2019		
ATIVIDADE: Monitoramento de Ictiofauna				
EMPREENDIMENTOS: PCH's VERDE 4; VERDE 4A e SÃO DOMINGOS				
MUNICÍPIOS: Água Clara, Ribas do Rio Pardo E Camapuã/MS.				
BACIA HIDROGRÁFICA: Paraná – UPG Verde - Rio Verde.				
REQUERENTE: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA				
CNPJ: 08.374.309/0001-53				
ENDEREÇO: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9 – Chácara Cachoeira - Campo Grande - 79040-860				
OBJETIVO: Monitorar a ictiofauna para rastrear a origem e área de vida de peixes reofilicos na área de abrangência das PCH's Verde 4, Verde 4A e São Domingos, por meio da aplicação da análise de isótopos e elementos de traços ambientais encontrados em otólitos de peixes e nos próprios ambientes aquáticos.				
COORDENADOR GERAL DA ATIVIDADE E EQUIPE TÉCNICA:				
José Carlos Chaves dos Santos	CRBio:018769/01	CPF:294.004.141-53		
José Milton Longo	CRBio:023264/01	CPF:085.222.128-21		
Fabio Ricardo Rosa	CRBio:040701/01	CPF:891.889.771-53		
Mariana da Silva Oliveira	CRBio:120184/01	CPF:406.096.898-60		
PERÍODO DA(S) CAMPANHA(S): Serão realizadas campanhas trimestrais com duração de oito dias cada uma ao longo de 02 (dois) anos.				
ÁREAS AMOSTRAIS: UTM 22K (SIRGAS 2000)				
Pontos	Formas - alvo	Ambientes	Coordenadas (UTM)	
P3	Adultos	Rio Verde	220681.11E	7906931.34S
P4	Adultos	Cachoeira Cacildo	239471.38E	7820736.33S
P5	Formas jovens	Lagoa "berçário"	240494.34E	7820267.61S
P6	Adultos	Rio Verde	243129.00E	7815197.00S
P8	Adultos	Ribeirão Salgado	241078.56E	7810016.33S
P9	Adultos	Rio Verde	252953.26E	7799697.31S
P11	Adultos	Rio Verde	262991.61E	7788850.65S
P13	Adultos	R. São Domingos	271446.00E	7794224.00S
P14	Adultos	Ribeirão Araras	263007.25E	7783312.58S
PETRECHOS: redes de espera: 1,5m de altura x 10 metros de comprimento com malhas de 60,70, 80,100 e 120 mm entre nós opostos; tarrafas com diâmetro de 2,5 m e malha de 25 mm entre nós; anzol, linha e molinete				
METODOLOGIAS E ESFORÇOS AMOSTRAIS:				
Grupo	Métodos		Esforço a ser utilizado	
Ictiofauna	Redes de espera.		Serão armadas 05 redes ao entardecer (18:00) e retiradas pela manhã (6:00), totalizando 12 horas em cada ponto amostral.	
	Tarrafas.		Serão realizados 50 lances em cada ponto.	
	Molinete, rede de arrasto, peneira.		Serão empreendidas 2 horas de esforço com esses petrechos em cada ponto amostral.	
DESTINAÇÃO DO MATERIAL: Apenas exemplares de peixes mortos ou muito feridos pelos petrechos de coleta serão fixados em formalina 8%, mantidos em álcool 70% e eventualmente depositados na Coleção Zoológica Referência da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS), Campo Grande/MS.				
Deverão ser observadas as seguintes condicionantes:				
1. Esta autorização aprova ambientalmente a execução das atividades relativas ao monitoramento da				

	<p>ictiofauna na área de influência das PCH's São Domingos, Rio Verde 4 e Rio Verde 4A nos municípios de Água Clara, Ribas do Rio Pardo e Camapuã/MS e transporte, quando couber, de exemplares para a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS), Campo Grande/MS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. As coletas deverão ser realizadas, com os petrechos e métodos mencionados; 3. Fica autorizada, por campanha, a captura de até 10 indivíduos adultos e 15 jovens das seguintes espécies: <i>Leporinus friderici</i>; <i>Leporinus elongatus</i>; <i>Leporinus lacustres</i>; <i>Salminus hilarii</i> e <i>Prochilodus lineatus</i>; 4. 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; 5. As redes de espera utilizadas na coleta de peixes devem ser vistoriadas no máximo de 12/12 horas e retiradas dos locais de coleta após o término dos trabalhos; 6. Adotar os métodos e procedimentos de eutanásia, quando for o caso, previstos na Resolução CFMV nº 1000/2012 e na Resolução CFBio nº 301/2012; 7. Em caso de ocorrência, no local do empreendimento, de focos epidemiológicos, fauna potencialmente invasora, inclusive doméstica, ou fauna sinantrópica ou exótica nociva, os espécimes deverão ser destinados de acordo com a IN IBAMA nº 141/2006; 8. Animais exóticos (cuja distribuição geográfica não inclua o território brasileiro) capturados não devem ser soltos e sim eutanasiados conforme previsão da condicionante 6; 9. Apresentar carta de recebimento das instituições depositárias contendo a lista e a quantidade dos animais recebidos. Os espécimes oriundos desta autorização não poderão ser comercializados; 10. Informar à Polícia Militar Ambiental/MS da região sobre dos trabalhos de captura (datas e locais); 11. Durante a execução das atividades a equipe deverá portar esta Autorização para efeito de fiscalização; 12. Qualquer alteração no projeto, equipe, período e/ou metodologia deverão ser previamente autorizadas pelo IMASUL; 13. Envio de relatório final com os dados consolidados das campanhas à Gerência de Recursos Pesqueiros e Fauna – GPF/IMASUL, em formato digital, conforme termo de referência disponível no site do IMASUL, num prazo de 60 (sessenta) dias após o vencimento desta Autorização; 14. Para a captura em Unidades de Conservação Estaduais esta Autorização não isenta da Autorização Ambiental de Pesquisa em UC's no Estado; 15. O IMASUL reserva-se ao direito de a qualquer momento e de acordo com as normas legais, exigir melhorias e/ou alterações na execução das atividades; 16. A presente Autorização não dispensa e nem substitui outras Licenças, Autorizações, Alvarás ou Certidões de qualquer natureza exigidas pela legislação federal, estadual ou municipal; 17. Esta autorização NÃO PERMITE: <ul style="list-style-type: none"> I-Captura/coleta/transporte/soltura de espécimes em área particular sem o consentimento do proprietário; II-Coleta/transporte de espécies listadas na Portaria MMA nº 444/2014 e 445/2014; III - Coleta de material biológico por técnicos não listados nesta autorização; IV - Exportação de material biológico; IV- Acesso ao patrimônio genético nos termos da regulamentação constante no Decreto nº 8.772/2016 e na Lei nº 13.123/2015. 18. O IMASUL, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização, sem prejuízo da adoção das outras medidas punitivas administrativas e judiciais, quando ocorrer: <ul style="list-style-type: none"> 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. 19. Admitindo-se a renovação, deverá esta, encontrar-se em conformidade com o disposto nos Artigos 32 e 35 e da Resolução SEMADE nº 09/2015.
Local e data:	Campo Grande, 29 NOV 2019



Diretor Presidente do IMASUL

André Borges Barros de Araújo
Diretor Presidente
IMASUL

ANEXO 05

SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON

ER 524/2021

Campo Grande, 29 de abril de 2021.

Ao

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL
Rua Des. Leão Neto do Carmo, Bl.06, P. dos Poderes

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MS - IMASUL
PROTOCOLO Nº 71/015042/2021
RECEBI EM 30/04/2021

Ref.: **Relatório do Subprograma de Ictioplâncton da PCH Verde 4A**
Processo: 61/400808/2017



ASSINATURA

Agileno Fernandes Aguiar
Central de Atendimento IMASUL
Bl. 06, 400808/2017

PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S.A inscrita no CNPJ sob o nº 11.150.969/0001-65, com endereço à Avenida Almirante Júlio de Sá Bierrenbach nº 200, Ed. Pacific Tower, Bloco 02, 2º e 4º andar, de sala 201 a 204 e 401 a 404, Bairro Jacarepaguá, CEP 22.775-028 na cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, vem, por meio desta, na qualidade de proprietária do empreendimento denominado Pequena Central Hidrelétrica ("PCH") Verde 4A, **encaminhar o relatório do Subprograma de Ictioplâncton, referente às atividades executadas nos meses de novembro, dezembro de 2020; janeiro a março de 2021, em atendimento a condicionante nº 10 da LO 480/2018, emitida por esse IMASUL.**

A **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA** aproveita para colocar-se à disposição de Vossa Sa. e renovar os votos de estima e consideração.



Larissa Figueiredo de Oliveira

Analista de Meio Ambiente
Elera Renováveis
larissa.oliveira@elera.com
(67) 3047-4899 Ramal 74899

ANEXO 06

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

MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE

PCH VERDE 4

RELATÓRIO TÉCNICO




Fibracon
AMBIENTAL

ÁGUA CLARA - MS
Fevereiro de 2021
15ª 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

E-mail: fibra@fibracon.com.br

TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador e Mastofauna)	CRBio: 18.769/01-D
José Milton Longo (Coordenador)	CRBio: 23.264/01-D
Ana Luiza Cesquin Campos (Herpetofauna)	CRBio: 43.731/01-D
Thiago Matheus Breda (Avifauna)	CRBio: 68.722/01-D
Giovane Lima Vilhanueva (Mastofauna)	CRBio: 116.812/01-D

ÍNDICE

1. Introdução geral.....	5
1.1. Localização do empreendimento	6
1.2. Descrição das áreas amostrais.....	7
1.3. Grupos taxonômicos monitorados	13
1.3.1. Herpetofauna.....	13
1.3.2. Avifauna	13
1.3.3. Mastofauna.....	14
1.4. Análise de dados	15
2. Herpetofauna.....	16
2.1. Metodologia	16
2.1.1. Coleta de dados	16
2.1.2. Análise de dados	18
2.2. Resultados e discussão	19
2.2.1. Riqueza e abundância.....	19
2.2.2. Comparações entre as áreas amostrais.....	25
2.2.3. Resultados Consolidados.....	27
2.2.4. Curva do coletor	28
2.2.5. Espécies endêmicas, ameaçadas e de interesse.....	28
3. Avifauna.....	31
3.1. Metodologia	31
3.1.1. Contagem por pontos	31
3.1.2. Registro Oportunístico	31
3.1.3. Análise de Dados	32
3.2. Resultados e Discussão.....	33
3.2.1. Resultados consolidados.....	45
3.2.2. Espécies ameaçadas, endêmicas e de alta sensibilidade aos distúrbios	47
4. Mastofauna.....	50
4.1. Metodologia	50

4.1.1. Coletas de Dados	50
4.1.2. Análise de Dados	52
4.2. Resultados e discussão	52
4.2.1. Registros de Riqueza e Abundância	52
4.2.2. Comparações entre as áreas amostrais.....	58
4.2.3. Resultados consolidados.....	59
4.2.4. Curva do coletor	60
4.2.5. Espécies ameaçadas, endêmicas e exóticas	61
4.2.6. Espécies de interesse humano	65
5. Conclusões e Recomendações	67
5.1. Herpetofauna	67
5.2. Avifauna.....	67
5.3. Mastofauna	68
6. Referências bibliográficas.....	70
7. Anexos.....	79
ANEXO I	80
ANEXO II	84
ANEXO III	95
ANEXO IV	99
ANEXO V.....	104
ANEXO VI.....	106

1. INTRODUÇÃO GERAL

A PCH Verde 4 está inserida no bioma Cerrado, o qual, assim como a maioria das Savanas, não é um habitat homogêneo e sim um mosaico de tipos fisionômicos vegetais que variam de áreas abertas, campos, pastagens antrópicas e agricultura, a áreas florestadas como o Cerradão. Este Sistema Biogeográfico é composto por cinco subsistemas: Campos, Cerrado (*sensu stricto*), Cerradão, Matas Ciliares e Veredas.

O Cerrado, depois da Mata Atlântica é, o bioma brasileiro que mais sofreu e sofre alterações, devido à ocupação humana. A ausência de planejamento levou à destruição e baixo aproveitamento de muitos recursos naturais e a cobertura florestal nativa foi sendo fragmentada, cedendo lugar a outras formas de uso do solo, principalmente a expansão da agricultura e pecuária nos últimos anos. Como consequência, muitas áreas do estado do Mato Grosso do Sul destinadas atualmente à agricultura e pecuária abrangem regiões cujas distintas fitofisionomias frequentemente estavam integradas. Devido a estas ações antrópicas, esses complexos ambientes naturais foram reduzidos e transformados em habitats insulares (*sensu* VELOSO *et al.*, 1991).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são alternativas de geração de energia no Brasil e o principal impacto da sua implantação sobre a fauna terrestre é decorrente do desmatamento e da formação do reservatório. A dimensão do impacto depende de características do empreendimento, como: o tamanho do reservatório, o tipo de ambiente onde está inserida, a composição e estrutura em que se encontra a comunidade faunística e vegetacional local, dentre outros fatores. Esse impacto pode ser direto ou indireto (VASCONCELLOS, 1999), entretanto podem ser mitigados com a implantação de Programas de Monitoramento Ambiental, que visam melhores práticas de conservação e manejo durante as fases de implantação e operação do empreendimento, como por exemplo, a realização de monitoramento periódico da fauna silvestre do entorno e o resgate da fauna durante o enchimento do reservatório, conforme preconizado pela Instrução Normativa IBAMA nº 146, de 10 de janeiro de 2007.

Logo, o monitoramento das populações faunísticas locais antes, durante e após a implantação do empreendimento, o resgate de animais durante a supressão vegetacional e o enchimento do reservatório, assim como o aproveitamento científico de espécies, é uma das práticas mitigadoras do impacto sobre a fauna silvestre nas áreas de influências da hidrelétrica.

As atividades do programa de monitoramento da fauna silvestre têm por objetivo realizar o processo de levantamento das espécies da fauna (anfíbios, répteis, aves e

mamíferos) na região da PCH Verde 4 e monitorar os possíveis impactos decorrentes da implantação e operação da mesma sobre a fauna terrestre. Este programa é de periodicidade semestral, abrangendo as estações seca e chuvosa, em atendimento a condicionante da LO nº 481/2018, processo nº 71/400636/2018, emitida pelo Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL). O cronograma com as campanhas já executadas e as demais previstas, encontra-se no anexo V. Este relatório apresenta os resultados da 15ª campanha de monitoramento da fauna terrestre, com as coletas realizadas entre os dias 08 e 12 de fevereiro de 2021, com cinco dias consecutivos de duração e referente a estação chuvosa.

1.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A PCH Verde 4 está localizada a uma distância aproximada de 248 km da capital do estado (Figura 1), Campo Grande, seguindo 97,4 km pela BR – 262 em direção do município de Ribas do Rio Pardo. Passando por Ribas do Rio Pardo, na MS - 357, percorrem-se cerca de 112 Km, até o entroncamento, onde convertendo à direita na MS-245, segue-se 35 Km entrando em uma estrada vicinal percorre-se cerca de 14km até a entrada do empreendimento.

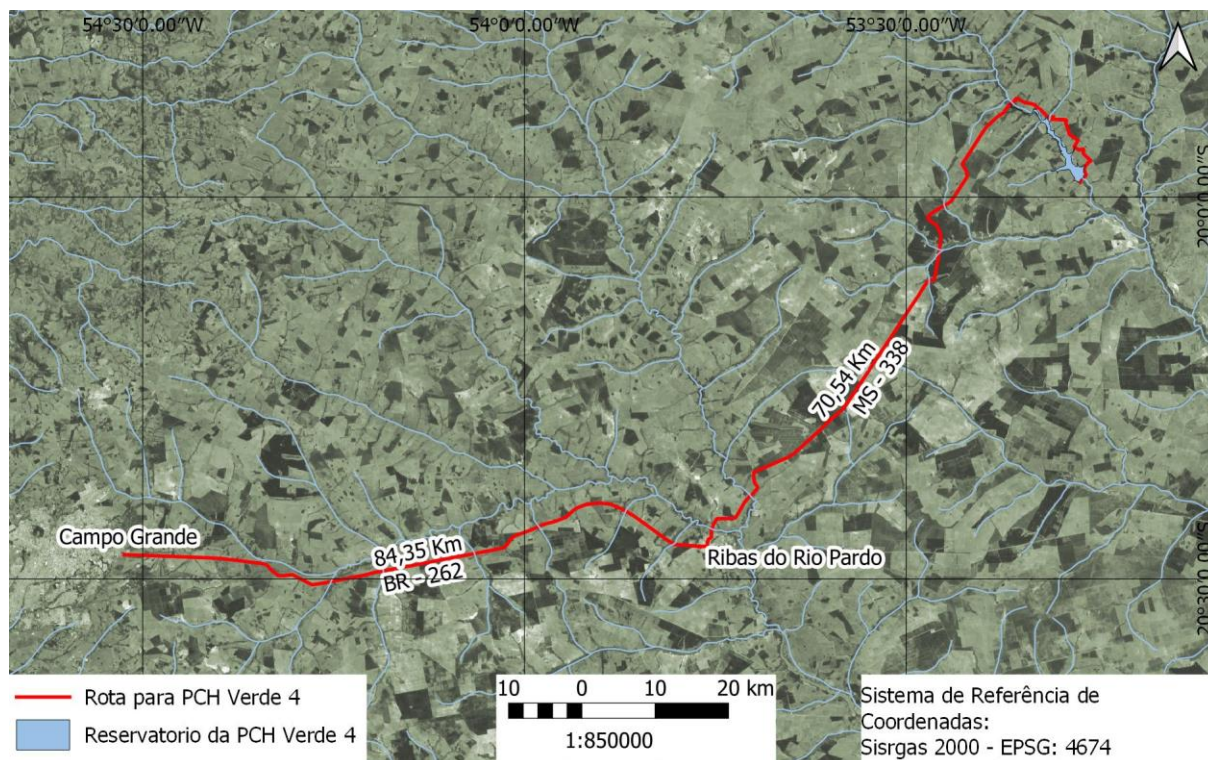


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

1.2. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

Na área de influência do empreendimento foram determinadas quatro áreas amostrais que contemplam as principais fitofisionomias locais. As áreas amostrais utilizadas para o monitoramento da fauna encontram-se descritas abaixo, as coordenadas são dadas em UTM (projeção 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:

1) ÁREA AMOSTRAL JUSANTE (JU): 7789323.00 m S; 262489.00 m E (Figura 2 e Figura 3). Localizada à jusante do futuro barramento da PCH Verde 4 e a montante do reservatório da UHE São Domingos, abrange áreas de Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão e Cerrado sentido restrito, fitofisionomia predominante, além de faixa de mata ciliar às margens do rio Verde e brejos (ambientes higrófilos lênticos com formações pioneiras herbáceo-arbustivas). A área ainda apresenta reservatório artificial, além de campos utilizados para agropecuária. A escolha desta área próxima ao barramento da PCH Verde 4 se deu por se tratar de área livre de inundação do reservatório, localizada imediatamente à jusante do barramento. O tamanho estimado da área amostral Jusante (JU) é de 869 hectares.



Figura 2. Área à jusante (JU) do barramento amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

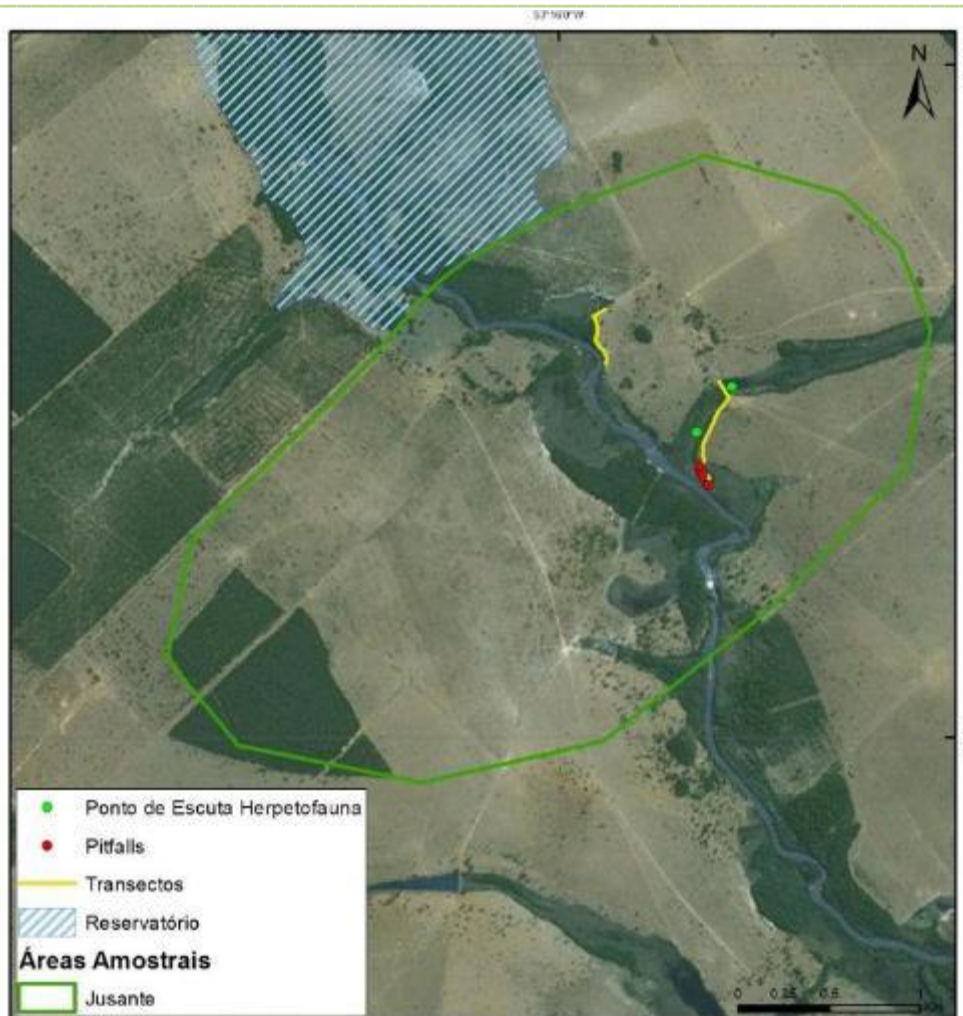


Figura 3. Localização da área amostral Jusante (JU) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

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 2021.

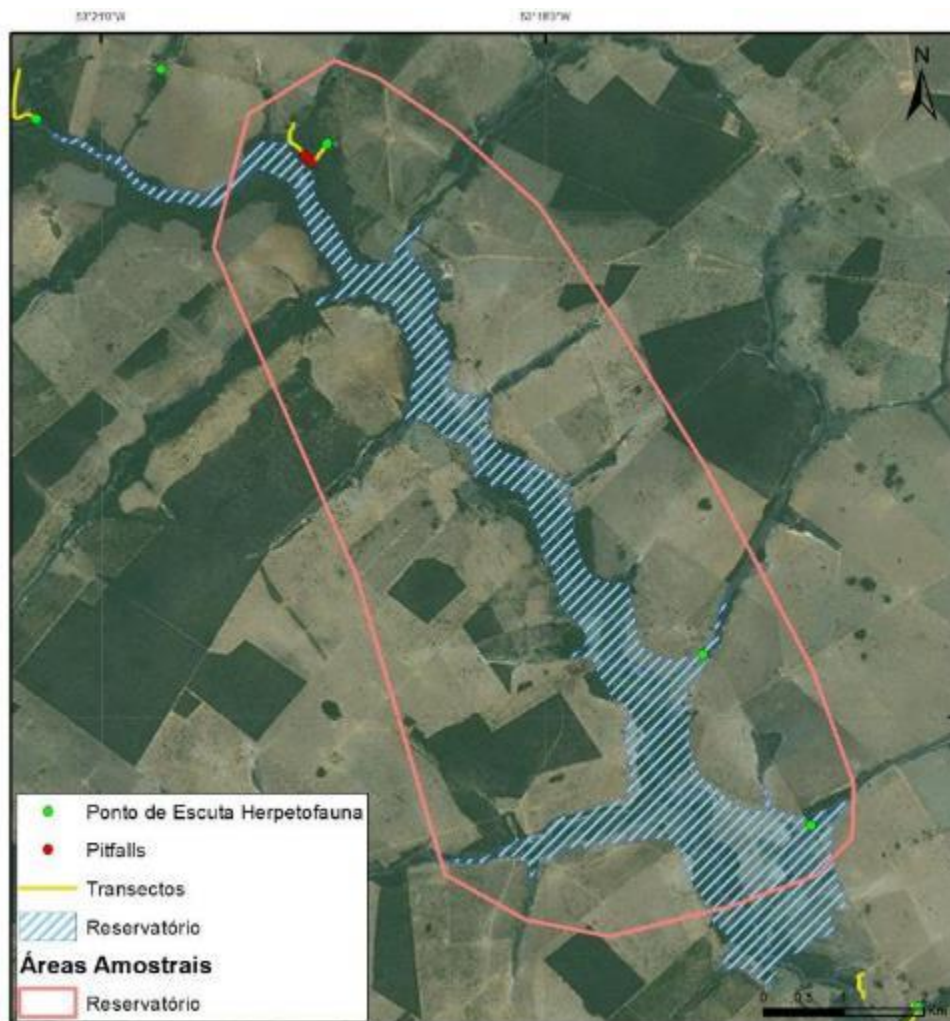


Figura 5. Localização da área amostral Reservatório (RE) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

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.

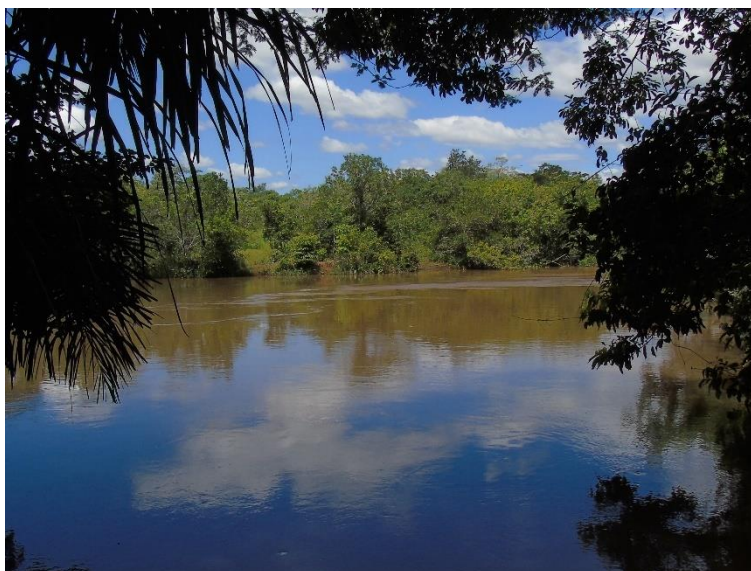


Figura 6. Área à montante (MO) do reservatório amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

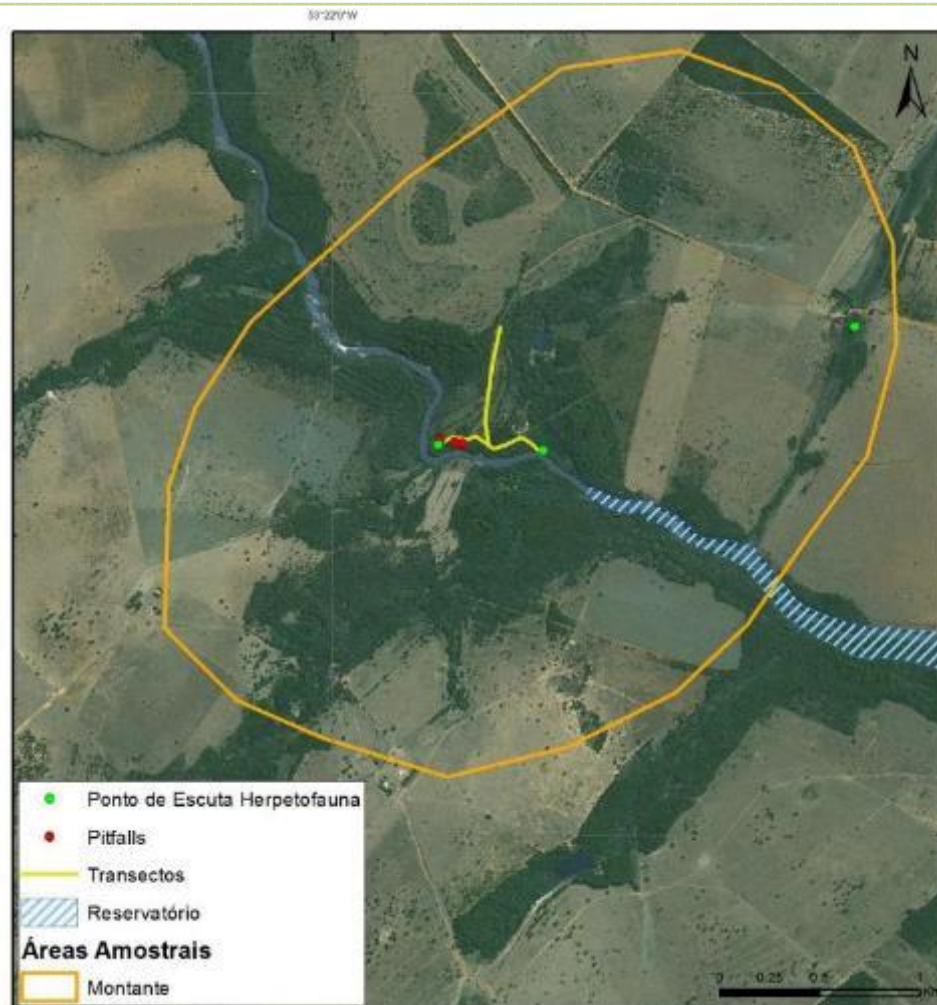


Figura 7. Localização da área amostral Montante (MO) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

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 2021.

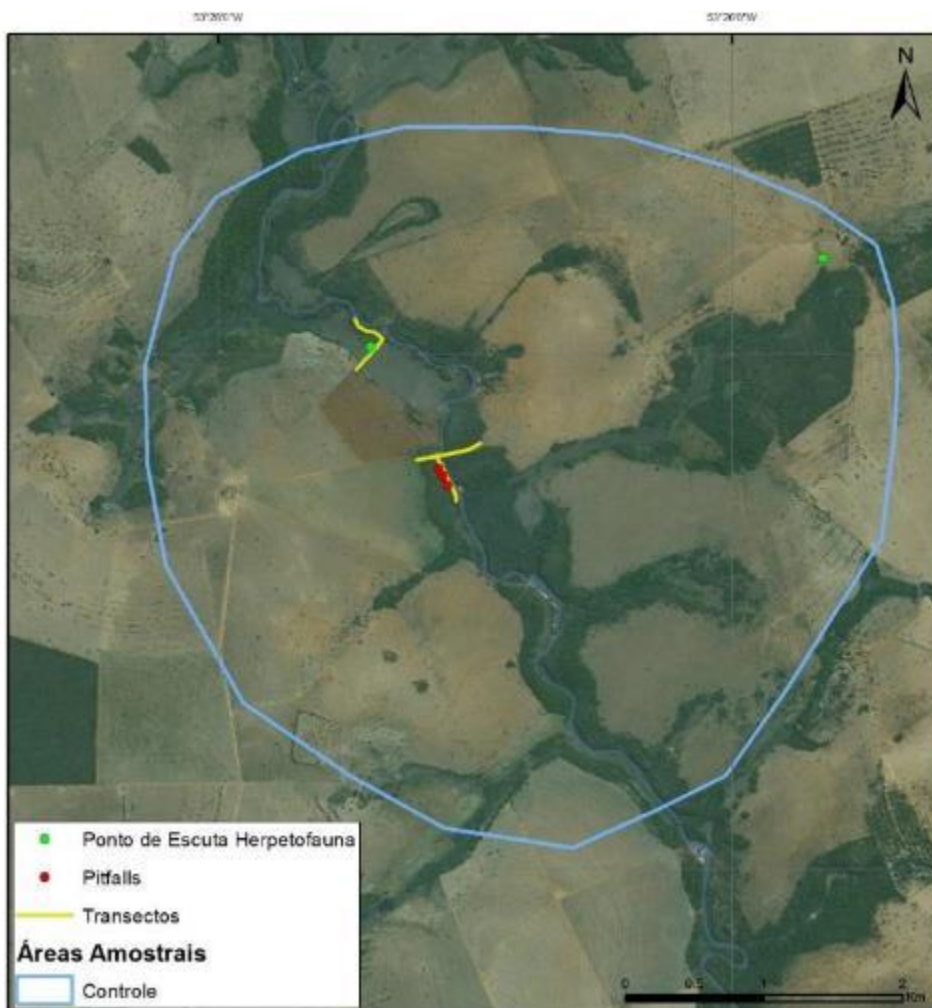


Figura 9. Localização da área amostral Controle (CO) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

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, 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 166 espécies de mamíferos, sendo 90 terrestres não-voadores e 61 espécies voadoras, distribuídas em 10 ordens e 29 famílias (TOMAS *et al.*, 2017). Estudos realizados na bacia do rio Verde e na área do empreendimento indicam a existência de cerca de 40 espécies de mamíferos não-voadores para a região.

1.4. ANÁLISE DE DADOS

Para todos os grupos da fauna, a diversidade de espécies observadas foi calculada utilizando-se o Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* (H'). Para descrever parâmetros das comunidades das áreas monitoradas e para comparação entre as áreas amostrais foi calculado o Coeficiente de Similaridade com base no qual, se realizou uma análise graficamente representada em um dendrograma utilizando-se UPGMA como método de agrupamento (MAGURRAN, 2004). O índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* é calculado pela fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde: H' é o índice de diversidade de Shannon-Wiener, p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados.

Para inferir a qualidade do esforço amostral foi gerada a curva do coletor pelo método de rarefação de Mao Tao. Foi utilizado o estimador Jackknife de primeira ordem (Jackknife 1) para estimar a provável riqueza de espécies na área de influência do empreendimento.

2. HERPETOFAUNA

2.1. METODOLOGIA

2.1.1. COLETA DE DADOS

Durante a campanha de monitoramento de fevereiro de 2021, 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). 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. Alguns dos sítios reprodutivos (açude e brejo) amostrados durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 11). 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 11. Armadilha de queda (*pitfall trap*) utilizada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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.*, 2019).

Todas as espécies registradas foram consultadas em relação ao status de ameaça, tanto a nível internacional (IUCN, 2021) quanto a nível nacional (ICMBio, 2018) e ao fato de poderem ser consideradas raras, endêmicas, bioindicadoras da qualidade ambiental, de importância econômica (CITES, 2021), potencialmente invasora ou de risco epidemiológico.

2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1. RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Durante a campanha foram registrados 199 indivíduos, distribuídos em três ordens, 11 famílias, 17 gêneros e 26 espécies da herpetofauna, sendo 17 anfíbios e nove répteis (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies da Herpetofauna (anfíbios e répteis) registradas durante a campanha de monitoramento da fauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Com seus respectivos nomes populares, abundância por área amostral, hábito, período de atividade, tipo de micro habitats onde foram encontrados, método de registro e status de distribuição e conservação. Legenda: **Áreas amostrais** (JU) área a jusante do barramento; (RE) área localizada a margem do reservatório; (MO) área a montante do reservatório; (CO) área controle. **Hábito** (Ab) Arborícola; (Aq) Aquático; (Cr) Criptozóico; (Te) Terrestre. **Atividade (Ativ.)** (N) Noturna e (D) Diurna. **Método de Registro** (BA) Busca ativa; (E) Registro auditivo; (OP) Oportunístico; (P) *Pitfall trap*. **Status** (C2) espécie listada no apêndice II da Cites; (End) espécie endêmica do Bioma Cerrado. Fevereiro de 2021. Em azul=novas espécies para o monitoramento.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas				Hábito	Ativ.	Método registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
ANURA "sapos, rãs e pererecas"									
Família Hylidae									
<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)	perereca-cabrinha	2	7		7	Ab	N	E	
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	perereca	7			5	Ab	N	E	
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	perereca-rizada-de-bruxa	5		8	7	Ab	N	E	
<i>Dendropsophus elianeae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000)	pererequinha-do-brejo		3			Ab	N	E	End
<i>Dendropsophus jimi</i> (Napoli & Caramaschi, 1999)	pererequinha-do-brejo	7			14	Ab	N	BA, E	End
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	pererequinha-do-brejo		3	1		Ab	N	E	
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	pererequinha-do-brejo	4	10	10	15	Ab	N	BA, E	
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925)		5			3	Ab	N	E	
<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)	perereca-de-banheiro		2			Ab	N	E	
Família Leptodactylidae									
<i>Adenomera cf. diptyx</i> (Boettger, 1885)	rãzinha-do-folhicho	5			1	Cr	D/N	BA, E	
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	rã-assobiadora	6	6		2	Te	N	E	
<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	rã-assobiadora	3	3		2	Te	N	E	
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	rã-goteira		5			Cr	N	E	
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	rã-chorona		1			Te	N	E	End
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	rã-cachorro	1	3			Te	N	E, P	
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	rã-quatro-olhos		2			Te	N	E	End
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	rãzinha-do-brejo	12			1	Cr	D/N	BA, E	
Família Microhylidae									
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	sapo-grilo			1		Fo	N	P	End

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas				Hábito	Ativ.	Método registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
CROCODYLIA "jacarés"									
Família Alligatoridae									
<i>Paleosuchus palpebrosus</i> (Cuvier, 1807)	jacaré-paguá				1	Aq/Te	D/N	BA	C2
SQUAMATA "lagartos/serpentes"									
Família Gymnophthalmidae									
<i>Colobosaura modesta</i> (Reinhardt & Luetken, 1862)	lagartinho-do-folhicho	1			1	Te	D	P	F
Família Mabuyidae									
<i>Notomabuya frenata</i> (Cope, 1862)	lagarto-liso	1				Sc	D	P	
Família Teiidae									
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758) 285.	lagarto-verde		1	4	5	Te	D	BA, OP, P	
<i>Salvator merianae</i> (Duméril e Bibron, 1839)	teiú	1			1	Te	D	BA	C2, F
Família Anomalepididae									
<i>Liotyphlops ternetzii</i> (Boulenger, 1896)	cobra-cega				1	Fo	N	P	
Família Dipsadidae									
<i>Erythrolamprus aesculapii</i> (Linnaeus, 1766)	coral-falsa	1				Te	D	BA	F
Família Typhlopidae									
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i> (Vanzolini, 1976)	cobra-cega	1				Fo	N	P	F
Família Viperidae									
<i>Bothrops moojeni</i> Hoge, 1966	jararaca-das-veredas		1			Te	N	BA	End, F

Para os anfíbios, as famílias Hylidae (nove espécies; 50%) e Leptodactylidae (oito espécies; 44%) foram as mais representativas, somando 94% 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).

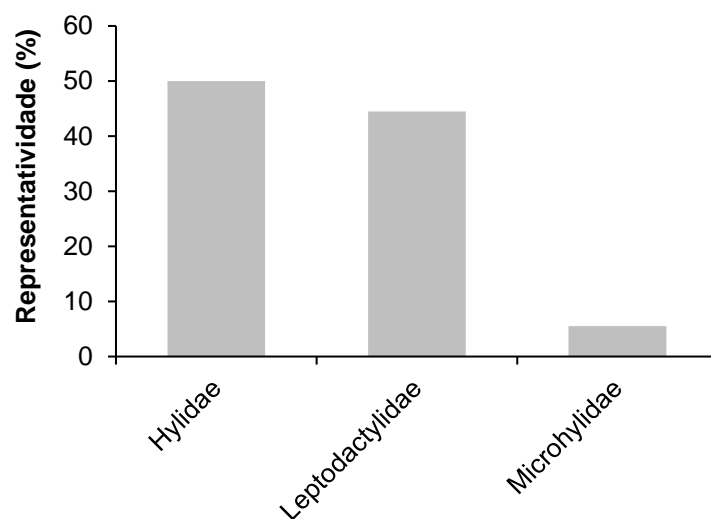


Gráfico 1. Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de anfíbios registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Com relação aos répteis, foi verificada em campo a presença de oito famílias taxonômicas, sendo que Teiidae, com duas espécies, representou 22,2% das espécies registradas, sendo as demais famílias representadas por uma espécie (11,1%) (Gráfico 2).

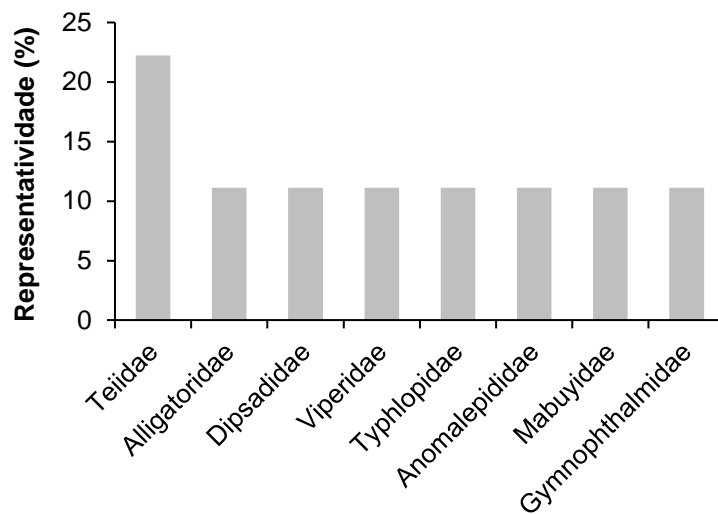


Gráfico 2. Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de répteis registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

A espécie de anfíbio mais abundante durante a campanha foi a perereca *Dendropsophus nanus* (39 indivíduos; 22%) (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 12).

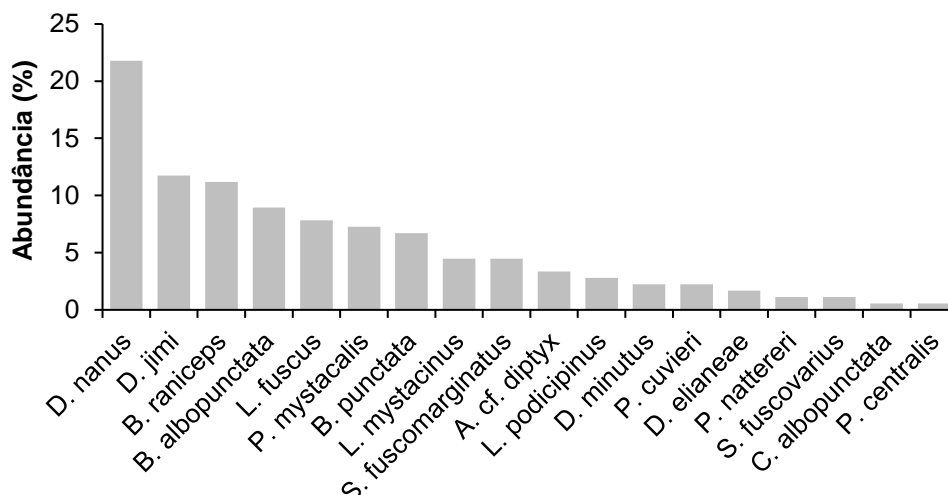


Gráfico 3. Contribuição relativa das espécies de anfíbios registradas durante a campanha de monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Para os répteis foram registrados 20 indivíduos em campo, sendo o lagarto *Ameiva ameiva* a espécie mais abundante. As demais espécies de répteis foram representadas por um único indivíduo (Gráfico 4).

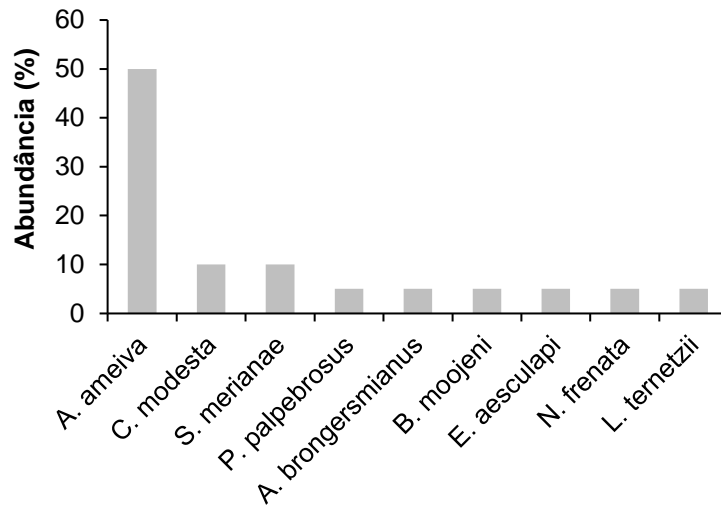


Gráfico 4. Contribuição relativa das espécies de répteis registradas durante a campanha de monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.



Figura 12. Algumas espécies de anfíbios e répteis registradas durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021. Onde A) *Boana raniceps*; B) *Scinax fuscomarginatus*; C) *Leptodactylus fuscus*; D) *Notomabuya frenata*.

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 Jusante (JU) e Controle (CO), enquanto as áreas Reservatório (RE) e Montante (MO) foram as menos similares (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 vegetal das áreas explicam os resultados obtidos.

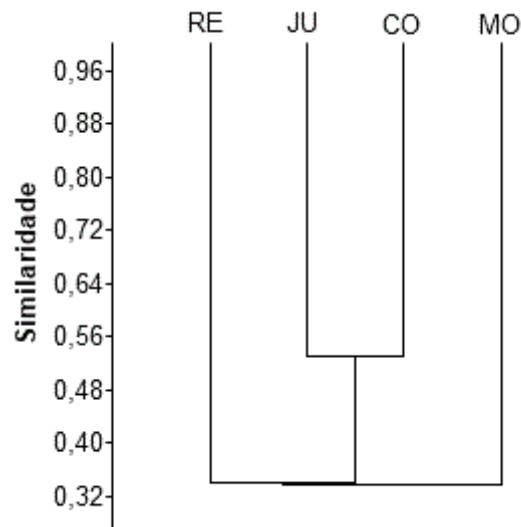


Gráfico 5. Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de *Bray-Curtis*), com método de agrupamento UPGMA, entre a herpetofauna das áreas de amostragem da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021. (RE=reservatório, MO=montante; JU=jusante; CO=controle). Coeficiente cofenético=0,6698.

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 a maior riqueza de espécies e o maior índice de diversidade, enquanto a maior abundância de indivíduos foi obtida na área CO (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 2021.

	JU	RE	MO	CO
Riqueza de espécies	16	13	5	15
Abundância de indivíduos	62	47	24	66
Índice de Shannon-Wiener (H')	2,479	2,331	1,294	2,266

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 campanha de 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). Os valores dos parâmetros populacionais verificados durante a atual campanha, a quinta da fase de operação do empreendimento, são semelhantes aos valores encontrados nas campanhas do mesmo período hidrológico das fases de pré-instalação e instalação do empreendimento (Tabela 3).

Apesar de não ter ocorrido redução de diversidade logo após seu enchimento, a comunidade de anfíbios e répteis local ainda pode sofrer mudanças devido ao período de latência, tempo entre o início das mudanças na estrutura da paisagem e a mudança na estrutura da comunidade faunística estudada (LIRA *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*; 2018), sendo que alguns impactos são identificados apenas em estudos em longo prazo (PAVAN, 2007; AMORIM *et al.*, 2017).

Tabela 3. Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e índice de diversidade de Shannon durante as campanhas de monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Fase	Campanhas	Riqueza	Abundância	Shannon_H
Pré-instalação	ago-set/16	11	50	1,598
	nov/16	22	305	2,624
	fev/17	22	262	2,446
	mai/17	13	56	1,881
	ago/17	7	21	1,458
Instalação	nov/17	27	276	2,799
	fev/18	20	242	2,502
	mai/18	9	39	1,381
	ago/18	9	46	1,598
Enchimento	nov/18	27	197	2,914
	fev/19	25	150	2,736
	ago/19	5	13	1,044
Operação	fev/20	28	182	2,971
	set/20	11	53	2,104
	fev/21	27	199	2,749

2.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha não houve acréscimos de novos registros para as áreas monitoradas, permanecendo em 46 o número de espécies da herpetofauna registradas no empreendimento.

Ao final da campanha, a curva do coletor calculada pelo método de rarefação mostrou que a riqueza de espécies registradas até o momento (46 espécies) foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife* (53,2 espécies), entretanto não existe diferença significativa entre os valores (Gráfico 6). Este resultado demonstra que o esforço amostral é satisfatório, entretanto ainda é provável que ocorram incrementos da riqueza para o local, principalmente de répteis, pois o número de espécies deste grupo registrada em campo é baixa quando comparada aos dados secundários da região e a outros estudos realizados no bioma (SAWAYA *et al.*, 2008; NOGUEIRA *et al.*, 2011) e no estado (FERREIRA *et al.*, 2017).

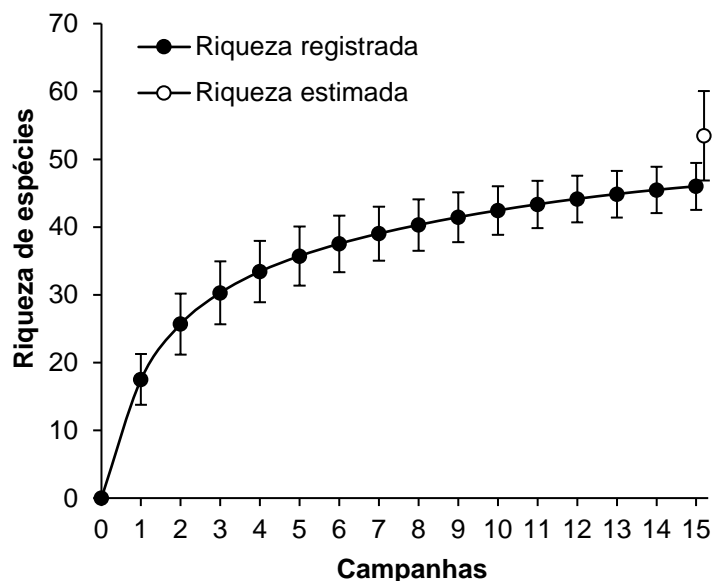


Gráfico 6. Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de Mao Tao e riqueza estimada pelo método de Jackknife 1. As barras representam o intervalo de confiança de 95%. Setembro de 2016 a fevereiro de 2021.

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,

2021). Foram encontradas duas espécies inseridas no apêndice II da Cites (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção), *Salvator merianae* e *Paleosuchus palpebrosus* (CITES, 2021).

Com relação ao tipo de hábitat, 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 hábitat, com exceção dos lagartos *Colobosaura modesta* e *Salvator merianae* e das serpentes *Erythrolamprus aesculapii*, *Amerotyphlops brongersmianus* (Figura 13) e *Bothrops moojeni*, que preferem ambientes florestados (NOGUEIRA, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2011).



Figura 13. Serpentes (*Erythrolamprus aesculapii* e *Amerotyphlops brongersmianus*) com preferência por habitats florestados registrada durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Foram registradas seis espécies endêmicas do Bioma Cerrado, os anfíbios *Dendropsophus elianeae*, *Dendropsophus jimi*, *Physalaemus centralis*, *Physalaemus nattereri* e *Chiasmocleis albopunctata* (Figura 14) e a serpente *Bothrops moojeni* (COLLI *et al.*, 2002; VALDUJO *et al.*, 2012; SOUZA, 2005; NOGUEIRA *et al.*, 2011).



Figura 14. Sapo-grilo (*Chiasmocleis albopunctata*), espécie endêmica do Cerrado, registrada durante a campanha de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 15) ocorreram nas primeiras quatro horas da manhã e nas últimas quatro horas antes do sol se pôr, somando-se a isto também foram feitas amostragens nas primeiras duas horas da noite, assegurando que espécies com hábitos crepusculares e noturnos possam ser registradas. Durante as amostragens, preocupou-se em não contabilizar o mesmo indivíduo mais de uma vez para não comprometer a confiabilidade dos dados (DEVELEY, 2003). Para auxílio na observação das aves utilizou-se binóculo 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, 2021) e arquivos sonoros (PLANQUÉ & VELLINGA, 2021, WIKIAVES, 2021).

3.1.2. REGISTRO OPORTUNÍSTICO

Este método de amostragem consistiu em percorrer trilhas e estradas existentes nas áreas monitoradas em horários e fisionomias variáveis, visando detectar o maior número possível de espécies da avifauna. Encontros oportunistos 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 15. Observações de espécies no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

3.1.3. ANÁLISE DE DADOS

Para o cálculo da diversidade de espécies observadas foi utilizado o Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* (H') para descrever parâmetros da comunidade das áreas monitoradas e para comparação entre estas áreas foi calculado o coeficiente de similaridade de *Bray-Curtis* com base no qual, se realizou uma análise graficamente representada em um dendrograma utilizando-se UPGMA como método de agrupamento (MAGURRAN, 2004). Para inferir a qualidade do esforço amostral foi gerada a curva do coletor pelo método de rarefação de *Mao Tao*. Foi utilizado o estimador *Jackknife* de primeira ordem (*Jackknife 1*) para estimar a provável riqueza de espécies na área de influência do empreendimento.

As espécies de aves foram classificadas em três categorias quanto à sensibilidade a perturbações no hábitat (STOTZ *et al.*, 1996), 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) e

Silva e Santos (2005). 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, 2021) 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 105 espécies (Tabela 4). Destas, derivam-se 21 ordens, dentre estas a dos Passeriformes é mais representativa com 42% (n=47) das espécies registradas (Gráfico 7). Destas 21 ordens derivam-se 41 famílias, com 24 famílias representadas pelos indivíduos não-passeriformes (59%) (Gráfico 8) e 17 famílias passeriformes (41%) (Gráfico 9).

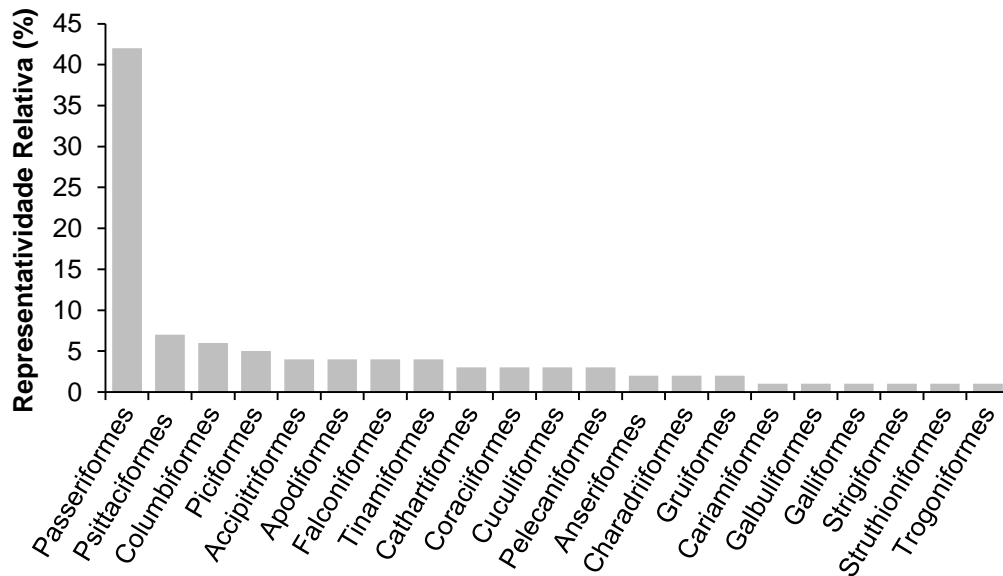


Gráfico 7. Representatividade relativa das ordens registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

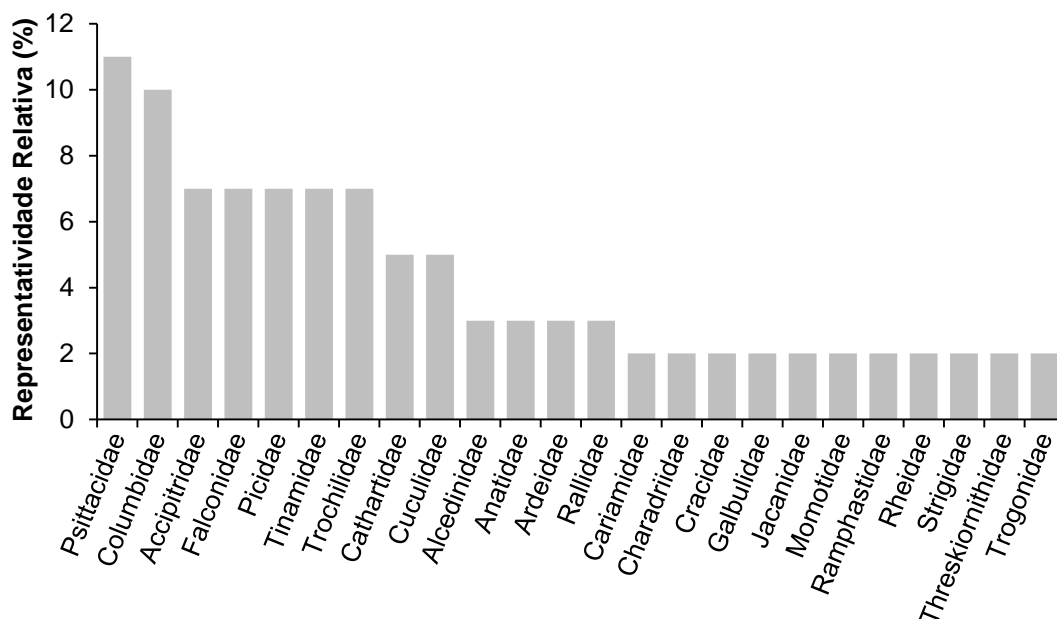


Gráfico 8. Representatividade relativa das famílias de não passeriformes registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

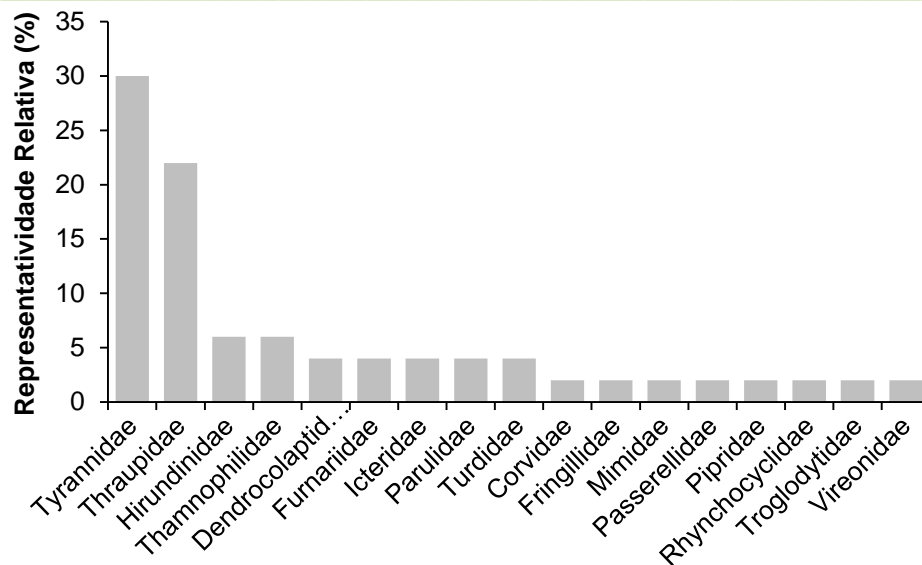


Gráfico 9. Representatividade relativa das famílias de passeriformes registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 2021. **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						
Struthioniformes																			
Rheidae																			
<i>Rhea americana</i>	ema	3	0,013	0,30											B	O	Ca, Ce, Pa	II	O
Tinamiformes																			
Tinamidae																			
<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	4	0,017	0,40				3	0,011	0,30					B	O	Ci, F, Ga		V
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inambu-chororó	1	0,004	0,10											B	O	Ce		V
<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz										1	0,004	0,10		B	O	Ca, Pa		V
<i>Nothura maculosa</i>	codorna-amarela	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10					B	O	Ca, Pa		V
Anseriformes																			
Anatidae																			
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	2	0,008	0,20											M	O	Ci, Aq, AA		O
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	ananaí	4	0,017	0,40	2	0,009	0,20				4	0,015	0,40		B	O	Ci, Aq, AA		O
Galliformes																			
Cracidae																			
<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho	1	0,004	0,10				1	0,004	0,10					M	O	F, Ga		O, V
Pelecaniformes																			
Ardeidae																			
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	2	0,008	0,20							2	0,008	0,20		B	I	Pa, Ca		O
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	3	0,013	0,30				2	0,007	0,20	3	0,011	0,30		M	O	Br, Ca		O, V
Threskiornithidae																			
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	21	0,088	2,10				4	0,015	0,40	6	0,023	0,60		B	O	Ca, Pa, F, AA		O, V
Cathartiformes																			
Cathartidae																			
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	2	0,008	0,20	1	0,004	0,10	4	0,015	0,40	2	0,008	0,20		B	D	Pa, Ga, F		O
<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	4	0,017	0,40				2	0,007	0,20					M	D	F, Br		O
<i>Coragyps atratus</i>	urubu	6	0,025	0,60	4	0,017	0,40	6	0,022	0,60	8	0,030	0,80		B	D	F, Pa, Ci, AA		O
Accipitriformes																			
Accipitridae																			
<i>Ictinia plumbea</i>	sovi	2	0,008	0,20	2	0,009	0,20								M	C, I	F, Ga	II	O
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro										1	0,004	0,10		B	M	Br	II	O
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	1	0,004	0,10				1	0,004	0,10					B	C	Ca, AA	II	O
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	4	0,017	0,40	5	0,022	0,50	4	0,015	0,40	3	0,011	0,30		B	C, I	F, Ci, Ga, AA	II	O, V
Gruiformes																			
Rallidae																			
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	2	0,008	0,20											A	O	F, Br, Ga		O, V
<i>Mustelirallus albicollis</i>	sanã-carijó	1	0,004	0,10							1	0,004	0,10		M	O	Ca, Br		V
Charadriiformes																			
Charadriidae																			
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	6	0,025	0,60	7	0,030	0,70	6	0,022	0,60	4	0,015	0,40		B	O	Ca, Br, AA		O, V
Jacaniidae																			
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	3	0,013	0,30											B	O	Br		O, V
Columbiformes																			
Columbidae																			
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	8	0,033	0,80	9	0,039	0,90	13	0,048	1,30	7	0,026	0,70		B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Columbina squammata</i>	fogo-apagou	5	0,021	0,50	4	0,017	0,40	4	0,015	0,40	4	0,015	0,40		B	G	Ca, AA		O, V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostras												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
<i>Patagioenas picazuro</i>	asa-branca	6	0,025	0,60	7	0,030	0,70	7	0,026	0,70	5	0,019	0,50	M	O	Ga, Ca, Pa, AA	O, V	
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	2	0,008	0,20	4	0,017	0,40	3	0,011	0,30	2	0,008	0,20	M	O	F, Ga, Ci, AA	O, V	
<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	9	0,038	0,90	11	0,048	1,10	6	0,022	0,60	4	0,015	0,40	B	G	Ca, Pa, AA	O, V	
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	4	0,017	0,40	5	0,022	0,50	2	0,007	0,20	4	0,015	0,40	B	G	F, Ci, Ga, AA	O, V	
Cuculiformes																		
Cuculidae																		
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				B	O	F, Ga	O, V	
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	8	0,033	0,80	11	0,048	1,10	11	0,040	1,10	8	0,030	0,80	B	O	Ca, Br, AA	O, V	
<i>Guira guira</i>	anu-branco	7	0,029	0,70	8	0,035	0,80	8	0,029	0,80	5	0,019	0,50	B	O	Ca, Br, AA	O, V	
Strigiformes																		
Strigidae																		
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	2	0,008	0,20	2	0,009	0,20	4	0,015	0,40	2	0,008	0,20	M	O	Ca, Ce, AA	II	O, V
Apodiformes																		
Trochilidae																		
<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	N	F, Ce, AA	II	O
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	1	0,004	0,10				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	N	Ce, AA	II	O
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				B	N	F, Ce, Ci, AA	II	O
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				1	0,004	0,10	M	N	Ce, Ga, AA	II	O, V
Trogoniformes																		
Trogonidae																		
<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha	1	0,004	0,10				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	M	I, F	F		O, V
Coraciiformes																		
Alcedinidae																		
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	1	0,004	0,10	2	0,009	0,20				2	0,008	0,20	B	P	Aq, Ci, Br		O, V
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				B	P	Aq, Br		O
Momotidae																		
<i>Momotus momota</i>	udu				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	M	I, F	F, Ga		O, V
Galbuliformes																		
Galbulidae																		
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba	2	0,008	0,20	1	0,004	0,10	4	0,015	0,40	4	0,015	0,40	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
Piciformes																		
Ramphastidae																		
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	4	0,017	0,40	4	0,017	0,40	4	0,015	0,40	5	0,019	0,50	M	O	Ce, Ca, Ci, Ga	II	O, V
Picidae																		
<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	I	F, Ga, AA		O, V
<i>Melanerpes candidus</i>	birro							2	0,007	0,20				B	I	F, Ga, Ca, AA		O, V
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				B	I	F, Ga, AA		O, V
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	4	0,017	0,40	4	0,017	0,40	6	0,022	0,60	4	0,015	0,40	B	I	Ce, Ca, Pa, AA		O, V
Cariamiformes																		
Cariamidae																		
<i>Cariama cristata</i>	seriema	7	0,029	0,70	3	0,013	0,30	8	0,029	0,80	6	0,023	0,60	M	O	Ca, F, AA		O, V
Falconiformes																		
Falconidae																		
<i>Caracara plancus</i>	carcará	3	0,013	0,30	2	0,009	0,20	3	0,011	0,30	2	0,008	0,20	B	O	Ca, F, Pa, AA	II	O, V
<i>Milvago chimachima</i>	pinhé	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	2	0,008	0,20	B	O	Ca, Pa, AA	II	O, V
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acaçuã	2	0,008	0,20										B	C, I	Ci, Ga, F, AA	II	V
<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	1	0,004	0,10							3	0,011	0,30	B	C, I	Ca, Ga	II	O
Psittaciformes																		

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostras												SD	D	Habitat	C	TR
		CO			MO			RE			JU							
		AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA	AT	AR	IPA					
Psittacidae																		
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	8	0,033	0,80	3	0,013	0,30	6	0,022	0,60	8	0,030	0,80	M	F	F, Ga, Br	II	O, V
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena										4	0,015	0,40	M	F	Ga, Br	II	O, V
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão				2	0,009	0,20	4	0,015	0,40				B	F	F, Ga, Ci, AA	II	O, V
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei				9	0,039	0,90	12	0,044	1,20	19	0,072	1,90	M	F	Ce, Ga, F	II	O, V
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo				5	0,022	0,50	8	0,029	0,80	7	0,026	0,70	M	F	F, Ga, AA	II	O, V
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	2	0,008	0,20				2	0,007	0,20	6	0,023	0,60	M, E	F	Ce, Ga	II	O, V
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio	4	0,017	0,40	2	0,009	0,20	2	0,007	0,20	14	0,053	1,40	M	F	Ce, Ga	II	O, V
Passeriformes																		
Thamnophilidae																		
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	chorozinho-de-bico-comprido	2	0,008	0,20	4	0,017	0,40	2	0,007	0,20	4	0,015	0,40	M, E	I	Ga, Ce		O, V
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	2	0,008	0,20	2	0,009	0,20	2	0,007	0,20	2	0,008	0,20	B	I	Ce, Ci, AA		O, V
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto				2	0,009	0,20							A	I	F		O, V
Dendrocolaptidae																		
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde							1	0,004	0,10				M	I	F		O
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	1	0,004	0,10										M	I	F, Ce		O, V
Furnariidae																		
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	2	0,008	0,20	4	0,017	0,40	4	0,015	0,40	2	0,008	0,20	B	I	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Synallaxis albescens</i>	uí-pi							1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	I	Ca, Pa, Ce		V
Pipridae																		
<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho							1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	M, E	F	Ce, Ga, Br		V
Rhynchocyclidae																		
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo							1	0,004	0,10				M	I	F		V
Tyrannidae																		
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	1	0,004	0,10	2	0,009	0,20	2	0,007	0,20	1	0,004	0,10	B	I	F, Ci, Ga, AA		V
<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela				2	0,009	0,20	1	0,004	0,10				B	I, F	F, Ce, Ci, AA		O, V
<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-crista-alaranjada				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				M	I	F, Ci, Ga		V
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	2	0,008	0,20	1	0,004	0,10	2	0,007	0,20	1	0,004	0,10	B	I	F, Ce, Ga		O, V
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	5	0,021	0,50	6	0,026	0,60	6	0,022	0,60	4	0,015	0,40	B	O	F, Ga, Ce, AA		O, V
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro										1	0,004	0,10	B	I	Pa, Ca, AA		O
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado				2	0,009	0,20	1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	O	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	2	0,008	0,20	2	0,009	0,20	2	0,007	0,20	2	0,008	0,20	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	4	0,017	0,40										B	O	F, Ce, AA		O, V
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	2	0,008	0,20	4	0,017	0,40	4	0,015	0,40	2	0,008	0,20	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	2	0,008	0,20	4	0,017	0,40							B	I	Ce, Ca, Pa, AA		O
<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca	3	0,013	0,30	2	0,009	0,20	4	0,015	0,40	6	0,023	0,60	M	I	Ce, Pa, Ca		O
Vireonidae																		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	2	0,008	0,20	1	0,004	0,10	2	0,007	0,20	1	0,004	0,10	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
Corvidae																		
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo							4	0,015	0,40				M, E	O	Ce		O, V
Hirundinidae																		
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	7	0,029	0,70				8	0,029	0,80	13	0,049	1,30	B	I	Aq, Ca, Pa		O, V
<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo				6	0,026	0,60				6	0,023	0,60	B	I	Aq, Ce, Ca		O, V
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande				4	0,017	0,40				4	0,015	0,40	B	I	Aq, Ca		O, V
Troglodytidae																		
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra							1	0,004	0,10	1	0,004	0,10	B	O	F, Ce, Ca, AA		V
Turdidae																		

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Áreas Amostras												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-branco	2	0,008	0,20	2	0,009	0,20	3	0,011	0,30	2	0,008	0,20	B	O	F, Ga, AA	O, V	
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	2	0,008	0,20	3	0,013	0,30	2	0,007	0,20	4	0,015	0,40	B	O	F, AA	O, V	
Mimidae																		
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	2	0,008	0,20	2	0,009	0,20	4	0,015	0,40	2	0,008	0,20	B	O	F, Ce, Ca, AA	O, V	
Passerellidae																		
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	6	0,025	0,60	8	0,035	0,80	12	0,044	1,20	9	0,034	0,90	B	G	Ca, Pa, AA	O, V	
Parulidae																		
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula				1	0,004	0,10							B	I	F, Ga	O, V	
<i>Myiothlypis leucophrys</i>	pula-pula-de-sobrancelha							1	0,004	0,10				M, E	I	Ga, Ci	O, V	
Icteridae																		
<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe				2	0,009	0,20							B	O	F, Ci, AA	O, V	
<i>Gnorimopsar chopi</i>	passaro-preto				6	0,026	0,60				11	0,042	1,10	B	O	Ca, Pa, AA	O, V	
Thraupidae																		
<i>Tangara sayaca</i>	sanhaço-cinzento	3	0,013	0,30	2	0,009	0,20	3	0,011	0,30	2	0,008	0,20	B	F	F, Ga, AA	O, V	
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				B	F	F, Ga, AA	O, V	
<i>Tangara cayana</i>	saíra-amarela							1	0,004	0,10				M	I, F	F, Ga, Ce, Ca	O, V	
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	6	0,025	0,60	9	0,039	0,90	14	0,051	1,40	6	0,023	0,60	B	G	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	5	0,021	0,50	6	0,026	0,60	9	0,033	0,90	4	0,015	0,40	B	G	Pa, Ca, Ce, AA	O, V	
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	tico-tico-rei	1	0,004	0,10	2	0,009	0,20	2	0,007	0,20	1	0,004	0,10	B	G	F, Ce, AA	O, V	
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor				2	0,009	0,20							B	F	F, Ci, Ga	O, V	
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul							2	0,007	0,20				B	F	F, Ci, Ga, AA	O, V	
<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro				2	0,009	0,20	1	0,004	0,10				M, E	G	F, Ce	O, V	
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro				1	0,004	0,10	1	0,004	0,10				B	G	F, Ci, Ga, AA	O, V	
Fringillidae																		
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	4	0,017	0,40	2	0,009	0,20	2	0,007	0,20	2	0,008	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=198) foi menor do que a riqueza de espécies estimadas pelo método *Jackknife 1* (n=232). Com o avanço do monitoramento espera-se que esta diferença entre riqueza registrada e observada diminua gradativamente, juntamente com os seus respectivos erros padrões, obtendo uma representatividade estatística cada vez mais consistente.

Das áreas amostrais, a área do reservatório (RE) obteve a maior riqueza de espécies nesta campanha, com 78 espécies registradas e abundância de 272 indivíduos. Em seguida vem a área controle (CO) com 72 espécies e 239 indivíduos, logo após a área a montante do reservatório (MO) com 70 espécies e 230 indivíduos e por fim aparece a área a jusante do reservatório (JU) com 69 espécies e abundância de 265 indivíduos (Gráfico 11).

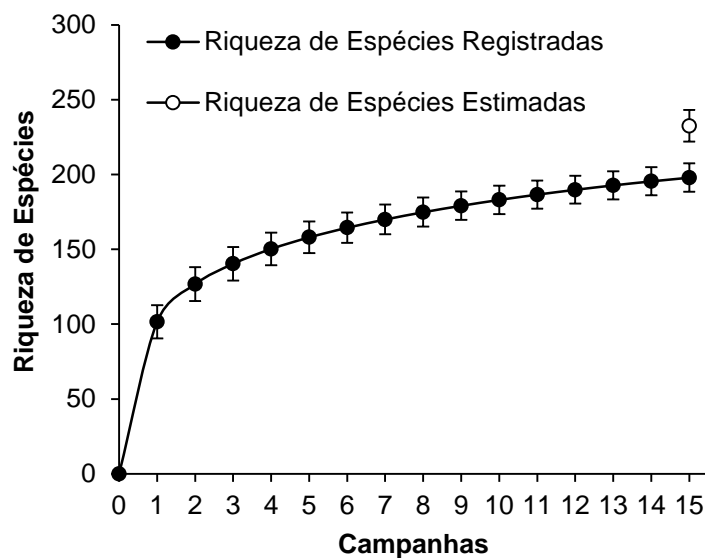


Gráfico 10. Curva de acúmulo de espécies registradas até o momento no monitoramento da avifauna em fevereiro de 2021, PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de *Mao Tao* e riqueza estimada pelo método de *Jackknife*. As barras representam o intervalo de confiança de 95%.

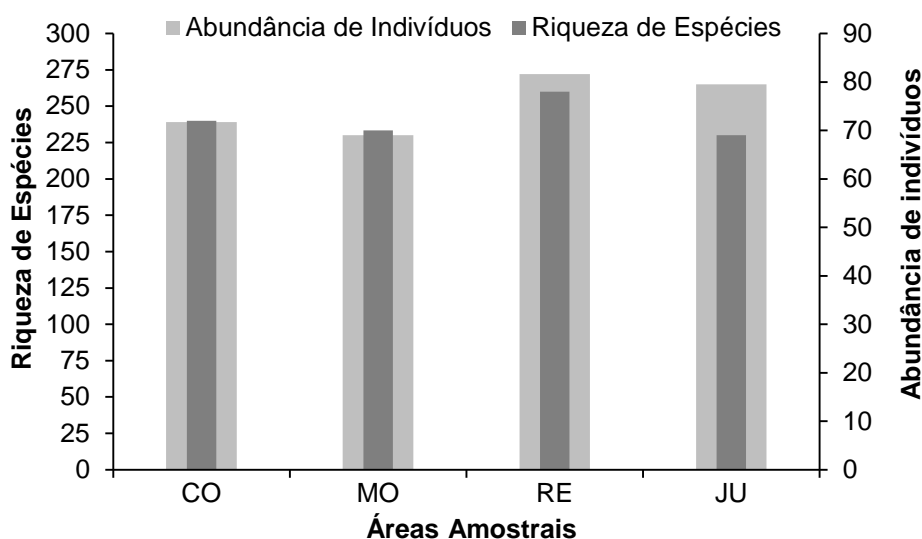


Gráfico 11. Riqueza de espécies e abundância de indivíduos registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 68% (n=72) seguidos dos seres com média sensibilidade com 30% (n=31) (Figura 16) e alta sensibilidade 2% (n=2). Somando-se a isto, 6% (n=6) 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, 56% (n=59) das espécies registradas habitam áreas antropizadas, 55% (n=58) ambientes florestados, 46% (n=48) florestas de galeria, 35% (n=37) campos, 30% (n=31) Cerrado, 28% (n=29) matas ciliares, 21% (n=22) pastagens, 13% (n=14) brejos e nascentes e 7% (n=7) ambientes aquáticos. Lembrando que uma mesma espécie pode usufruir de vários ambientes concomitantemente.

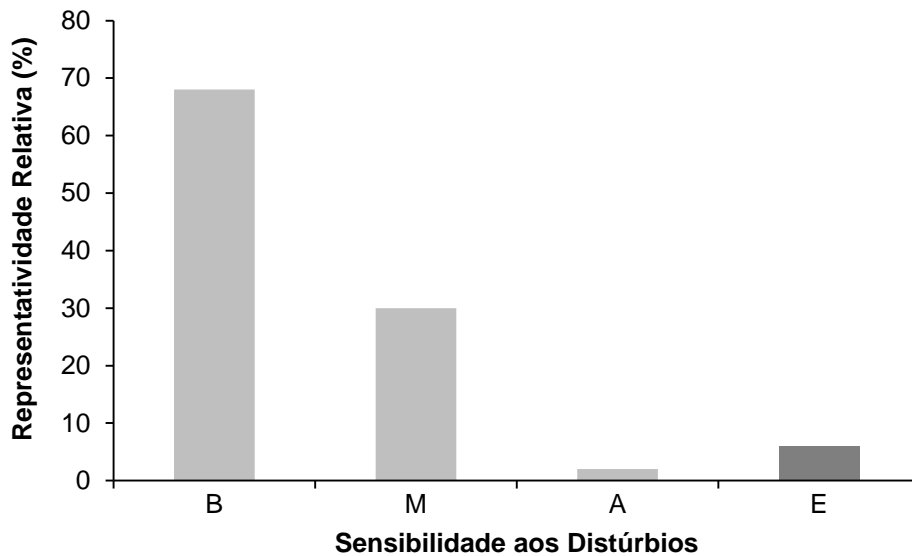


Gráfico 12. Representatividade relativa do número de espécies registradas com sensibilidade aos distúrbios do habitat e presença de espécies endêmicas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Sensibilidade: A – alta, M – média, B – baixa, E – endêmica. Fevereiro de 2021.



Figura 16. Exemplo de espécie com média sensibilidade a distúrbios antrópicos em seu habitat. Maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*) registrada no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

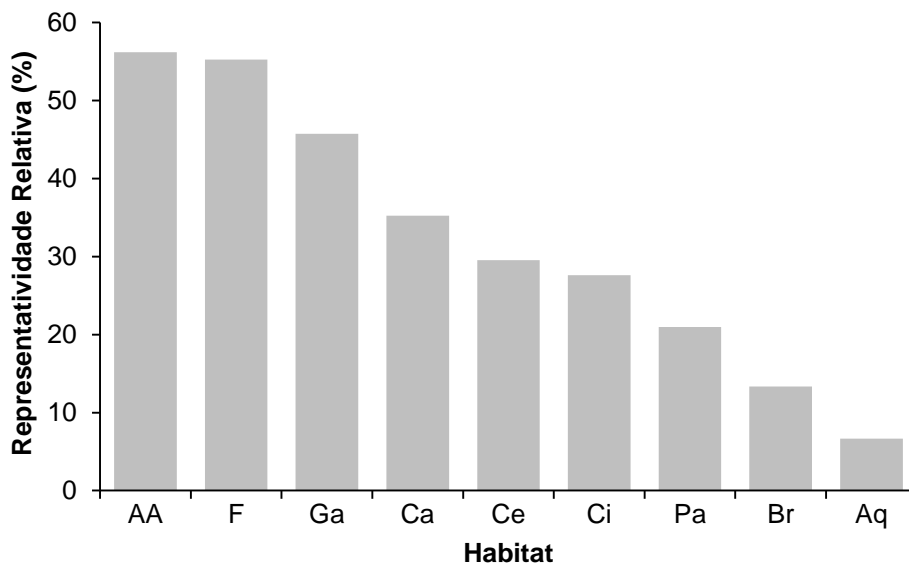


Gráfico 13. Representatividade relativa de espécies de acordo com o habitat registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Habitat: F - ambientes florestados, AA - áreas antropizadas, Ga - matas de galeria, Ci - matas ciliares, Ca – campos, Ce – Cerrado, Br - brejos, Pa - pastagens cultivadas, Aq – ambientes aquáticos. Fevereiro de 2021.

Os registros de espécies da avifauna mostram que a maioria 31% (n=34) pertencem à categoria alimentar dos onívoros, 28% (n=29) insetívoros, 12% (n=13) frugívoros, 10% (n=10) granívoros, 4% (n=4) nectarívoros, os que variam a sua dieta entre frugívoros e insetívoros e os que variam a sua dieta entre carnívoros e insetívoros, 3% (n=3) detritívoros, 2% (n=2) piscívoros e 1% (n=1) carnívoros e malacófagos, 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 14). Os Accipitriformes, Falconiformes e Strigiformes registrados nesta campanha são espécies importantes que ajudam no equilíbrio do ambiente por estarem no topo da cadeia alimentar e funcionam como ótimos indicadores de equilíbrio no ciclo natural.

Os detritívoros são importantes para a região, uma vez que atuam “limpando” o ambiente, alimentando-se de carcaças de animais mortos e desempenhando papel saneador, eliminando matéria orgânica em decomposição.

Outras espécies importantes para a região são os frugívoros com seu papel de dispersores de sementes e os nectarívoros que auxiliam na manutenção da flora local polinizando-a.

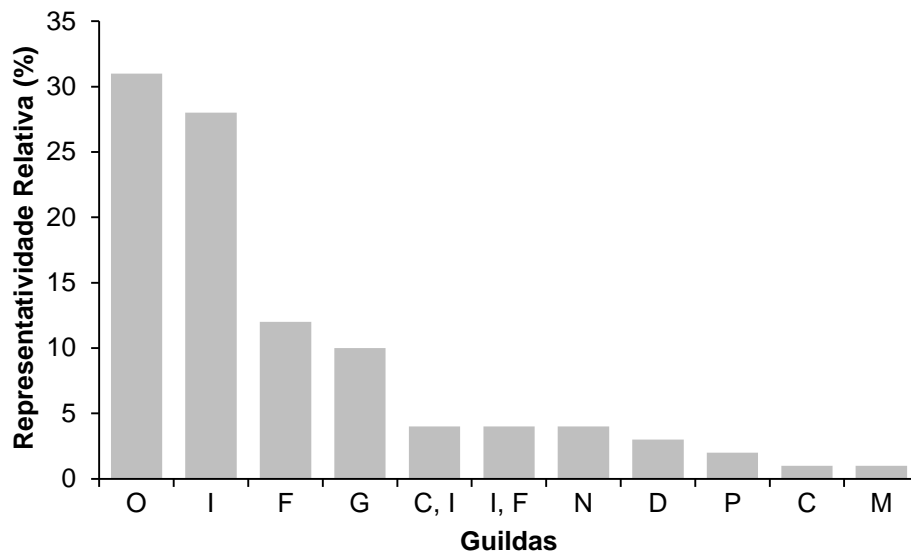


Gráfico 14. Representatividade relativa de espécies de acordo com a dieta registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Guildas: O – onívoros, I – insetívoros, F – frugívoros, G – granívoros, I,F – insetívoros e frugívoros, N – nectarívoros, C,I – carnívoros e insetívoros, P – piscívoros, D – detritívoros, C - carnívoros. Fevereiro de 2021.

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 do reservatório (RE) e a área a montante do reservatório (MO) são mais similares entre si, logo após aparece a área a jusante do reservatório (JU) e após a área controle (CO) (Gráfico 15). Nesta fase o ambiente encontra-se em processo de mudanças devido ao pós-enchimento do reservatório e consolidação da futura APP.

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).

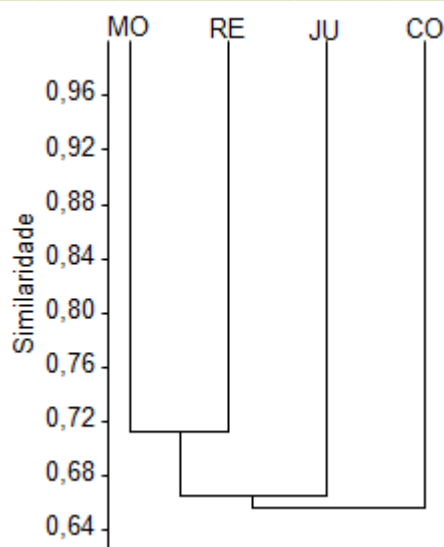


Gráfico 15. Dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-curtis* elaborado pelo método UPGMA (Coeficiente Cofenético=0,7837) das espécies registradas no monitoramento da avifauna, PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 2021.

Áreas Amostrais	Método	R	N	H'
CO	Pontos e Transectos	72	239	3,984
MO	Pontos e Transectos	70	230	3,979
RE	Pontos e Transectos	78	272	4,019
JU	Pontos e Transectos	69	265	3,916

3.2.1. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Foram realizadas até o presente momento 15 campanhas de monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, compreendendo o período de agosto de 2016 a fevereiro de 2021. No total foram registradas 198 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 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.

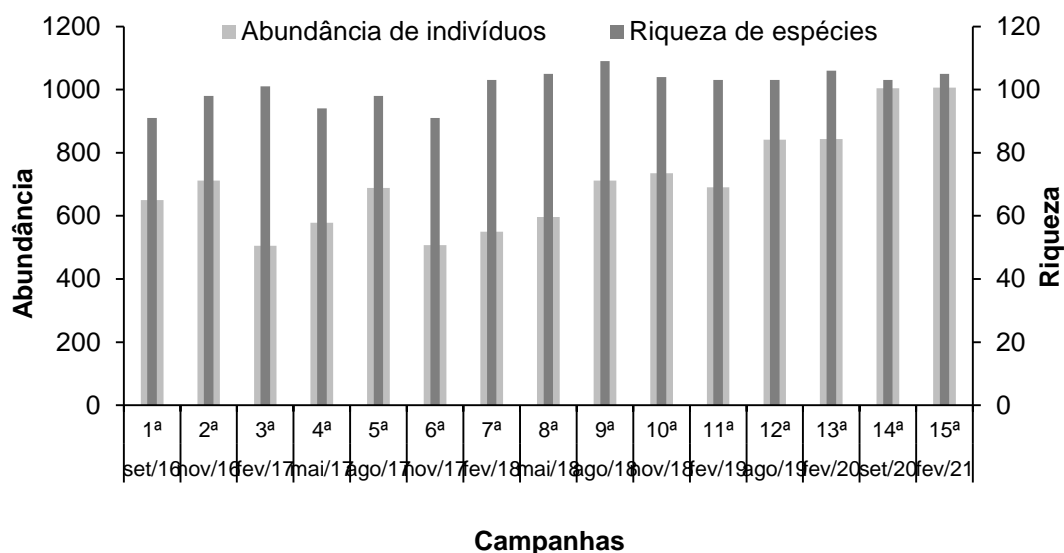


Gráfico 16. Abundância de indivíduos e riqueza de espécies registradas durante as campanhas de monitoramento da avifauna, na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 2021.

Fase	Campanha	R	N	H'
Pré-instalação	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
Instalação	nov/17	99	507	4,266
	fev/18	103	550	4,213
	mai/18	105	596	4,220
	ago/18	109	712	4,280
Enchimento	nov/18	104	735	4,246
	fev/19	103	690	4,279
	ago/19	103	841	4,116
Operação	fev/20	106	843	4,238
	set/20	103	1004	4,131
	fev/21	105	1006	4,202

3.2.2. ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS E DE ALTA SENSIBILIDADE AOS DISTÚRBIOS

São consideradas como ameaçadas de extinção, aquelas aves que possuem populações reduzidas ou em vias de redução, processo ocasionado pela pressão de caça, captura ilegal ou mesmo pela destruição de seu habitat.

Uma espécie registrada nesta campanha está listada como vulnerável a extinção (VU), de acordo com a IUCN (2021) 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).

O papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) é endêmico do Cerrado e possui o *status* de Quase Ameaçado de Extinção segundo a IUCN e o ICMBio, sendo uma ave típica das regiões secas e centrais do país. O papagaio (*Amazona aestiva*) (Figura 17) possui o *status* de Quase Ameaçado de Extinção segundo a IUCN e o ICMBio, sendo sua captura para o comércio ilegal e a redução dos cerrados e cerradões são as principais causas de sua diminuição.



Figura 17. Papagaios (*Amazona aestiva*) registrados no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Outra espécie encontra-se como quase ameaçadas (NT). A ema (*Rhea americana*) que no norte do estado do Mato Grosso (MT) encontra o limite de sua distribuição

geográfica, sendo ali barrada pela floresta Amazônica, pois é uma espécie típica de formações abertas, tais como o cerrado e os campos. Muitas vezes observada em meio aos pastos e lavouras de soja, onde busca alimento. O pisoteio que causam na lavoura, associado ao hábito de arrancarem as plântulas, fazem com que sejam perseguidas pelos fazendeiros em algumas regiões (SICK, 1997). O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura, os constantes incêndios provocados pelo homem e a perseguição por cães domésticos também constituem ameaças à espécie.

As espécies como a ema (*Rhea americana*), sovi (*Ictinia plumbea*), gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*), gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*), gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) (Figura 18), 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*) (Figura 19), carcará (*Caracara plancus*), pinhé (*Milvago chimachima*), acauã (*Herpetotheres cachinnans*), quiriquiri (*Falco sparverius*), arara-canindé (*Ara ararauna*), maracanã-pequena (*Diopsittaca nobilis*), periquitão (*Psittacara leucophthalmus*), periquito-rei (*Eupsittula aurea*), periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) e o papagaio (*Amazona aestiva*) constam no anexo II da CITES (CITES, 2020), o qual diz que as espécies incluídas neste anexo são aquelas que, embora atualmente não se encontrem necessariamente em perigo de extinção, poderão chegar a esta situação, a menos que o comércio de espécimes de tais espécies esteja sujeito a regulamentação e fiscalização rigorosa.



Figura 18. Gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.



Figura 19. Tucanuçu (*Ramphastos toco*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Foram registradas duas espécies com alta sensibilidade aos distúrbios nesta campanha: a saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*) e a choca-do-planalto (*Thamnophilus pelzelni*). Estas espécies merecem receber atenção especial em futuras campanhas de monitoramentos da avifauna por responder negativamente a ambientes alterados.

Os endêmicos registrados durante esta última campanha foram o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), chorozinho-de-bico-comprido (*Herpsilochmus longirostris*), soldadinho (*Antilophia galeata*), gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*), o pula-pula-de-sobrancelha (*Myiothlypis leucophrys*) e o batuqueiro (*Saltatricula atricollis*). Registros destas espécies são sempre importantes, uma vez que estes indivíduos habitam exclusivamente os limites do Cerrado e seu ecótono. 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 15, foram utilizados três métodos de procura para o levantamento das espécies da mastofauna não-voadora na região da PCH Verde 4:

Procura visual: Para a mastofauna de médio e grande porte, a coleta de dados foi efetuada durante caminhada ao longo de transectos em cada área amostral para a identificação de vocalizações, visualização com o auxílio de binóculo, localização e identificação de vestígios de animais como pegadas, fezes, tocas e restos alimentares (WEMMER *et al.*, 1996). Os transectos foram percorridos no entardecer, sempre no mesmo sentido e em dias alternados. Os seguintes dados foram coletados: tipo de registro, tamanho do grupo e estrato utilizado pelo(s) espécime(s). Oportunisticamente foram realizadas focagens noturnas pelas estradas de acesso na região do empreendimento. Ao total foi empreendido um esforço amostral de 18 horas por campanha, sendo seis horas de transectos por área amostral.

Armadilhas fotográficas (*camera trap*): Adicionalmente, foram instaladas duas armadilhas fotográficas (*camera trap*) por área amostral com o auxílio de atrativos (isca), indicadas para registro de animais de médio e grande porte, em trilhas de

acesso às áreas de alimentação ou dessedentação e operaram por três dias consecutivos (Figura 20).

Armadilhas *Live trap*: para animais de pequeno porte foram utilizadas 10 armadilhas do tipo Sherman e 10 do tipo Tomahawk ou gaiola (Figura 21) (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 20), com quatro baldes de 60 litros cada, usados em conjunto com a herpetofauna. Cada “Y”, ou conjunto de armadilhas, corresponde a uma unidade amostral, cada conjunto de armadilhas permaneceu aberto por três noites consecutivas. Essa metodologia é considerada complementar para pequenos mamíferos que não são atraídos por iscas (CECHIN & MARTINS, 2000). As armadilhas foram verificadas no mínimo uma vez por dia, preferencialmente no período da manhã. Todos os animais capturados foram identificados, registrados e soltos em seguida.



Figura 20. Armadilha fotográfica (*camera trap*) à esquerda e à direita armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.



Figura 21. Armadilha do tipo *Tomahawk* à esquerda e à direita armadilha do tipo *Sherman* para pequenos mamíferos, utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

4.1.2. ANÁLISE DE DADOS

Para os dados coletados foram estimadas a riqueza de espécies, diversidade (índice de *Shannon-Wiener* - H') e a abundância, levando em consideração a ocorrência em todas as metodologias. Para avaliar se a amostragem de todas as campanhas acumuladas foi eficiente para representar a fauna de mamíferos na área de influência do empreendimento, foi utilizada curvas de rarefação. Também foi feita a comparação entre as áreas amostrais através do cálculo do coeficiente de similaridade de Dice, utilizando-se como método de agrupamento o UPGMA (MAGURRAN, 2004).

Para o auxílio na identificação das espécies foram utilizados Guias de Campo, e chaves de identificação (BORGES & TOMAS, 2008). A nomenclatura utilizada para a classificação das espécies segue a Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil (PAGLIA *et al.*, 2012) e a lista atualizada divulgada pela Sociedade Brasileira de Mastozoologia (ABREU-Jr *et al.*, 2020).

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2.1. REGISTROS DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Foram encontradas 21 espécies de mamíferos não-voadores, distribuídas em sete ordens e 14 famílias. Dentre os tipos de amostragem, a procura visual foi o método mais eficiente, o qual registrou 12 espécies (aproximadamente 57% do total; Figura 22). Oito espécies foram detectadas por mais de um método de busca (Tabela 7), como o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), registrados por vestígios e por armadilha fotográfica (Figura 22). Das 21 espécies

registradas neste monitoramento, cinco (aproximadamente 23%) 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, 2021).

A abundância total de mamíferos foi de 73 indivíduos, sendo o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e a anta (*Tapirus terrestris*), os mamíferos mais abundantes (ambos com dez indivíduos), seguido pelo gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*, sete indivíduos), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, cinco indivíduos), paca (*Cuniculus paca*, cinco indivíduos), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*, quatro indivíduos), catita (*Marmosa murina*, três indivíduos), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*, três indivíduos), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*, três indivíduos), cateto (*Dicotyles tajacu*, três indivíduos), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, três indivíduos) e rato-da-árvore (*Oecomys* sp., três indivíduos). As demais espécies de mamíferos não-voadores foram representadas por dois ou um indivíduo apenas (Tabela 7).



Figura 22. Vestígio de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, esquerda) e Vestígio cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*, direita) registradas por procura visual durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Tabela 7. Lista das espécies de mamíferos terrestres registrados na 15ª 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; Ps=piscívoro. **Tipo de Registro:** A=avistamento; C=captura; CT=camera trap; V=vestígio. **Status da espécie:** DD=dados deficientes; Ex=exótica; NT=quase ameaçado. NT¹: IUCN; NT²: ICMBio. VU=vulnerável. VU¹: IUCN; VU²: ICMBio. Fevereiro de 2021. Espécies em **Azul**, novos registros para o monitoramento.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Áreas				Dieta	Hábito	Registro	Status
		JU	RE	MO	CO				
DIDELPHIMORPHIA									
Didelphidae									
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	1	1	5		Fr/On	Sc	C,CT	
<i>Marmosa murina</i>	catita			1	2	In/On	Sc	C,CT	
CINGULATA									
Chlamyphoridae									
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba				2	In/On	SF	V	
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	1				Myr	SF	V	VU ¹ VU ²
Dasypodidae									
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	1	1	1	1	In/On	SF	CT,V	
PILOSA									
Myrmecophagidae									
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	1	2	1	1	Myr	Te	CT,V	VU ¹ VU ²
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	1	1		1	Myr	Sc	V	
CARNIVORA									
Canidae									
<i>Canis lupus familiaris</i>	cachorro-doméstico			2		Ca/On	Te	CT	Ex
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	4	5		1	In/On	Te	A,V,CT	
Felidae									
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica		1		1	Ca	Te	CT,V	

Mustelidae									
<i>Eira barbara</i>	irara	1				Fr/On	Te	CT	
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra			1		Ps	SA	V	NT ¹
Procyonidae									
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada		1	1	1	Fr/On	Sc	V	
PERISSODACTYLA									
Tapiriidae									
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	2	5		3	Hb/Fr	Te	CT,V	VU ¹ VU ²
CETARTIODACTYLA									
Cervidae									
<i>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal			1		Hb	Te	V	VU ¹ VU ²
Tayassuidae									
<i>Dicotyles tajacu</i>	cateto				3	Fr/Hb	Te	V	
RODENTIA									
Caviidae									
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara				3	Hb	SA	V	
Cricetidae									
<i>Oecomys sp.</i>	rato-da-árvore			3		Fr/Se	Ar	C	
<i>Oligoryzomys sp.</i>	rato-do-mato				2	Fr/Gr	Sc	C	
Cuniculidae									
<i>Cuniculus paca</i>	paca	1		2	2	Fr/Hb	Te	CT,V	
Dasyproctidae									
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia			2		Fr/Gr	Te	CT	DD ¹



Figura 23. Vestígio de tatu-galinha (*Dasyus novemcinctus*, esquerda) e jagatirica (*Leopardus pardalis*, direita), mamíferos registrados por vestígio e armadilha fotográfica (*camera trap*) durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

A função ecológica das populações animais em seus respectivos ecossistemas está intimamente vinculada a características funcionais das espécies, como seus hábitos alimentares (BORGES & TOMAS, 2008). O conhecimento dos aspectos ecológicos da alimentação da mastofauna em uma determinada área nos permite avaliar os tipos de função ecológica que desempenham em seu habitat (e.g. dispersão de sementes), auxiliando na elaboração de estratégias de manejo e conservação da fauna silvestre e seus respectivos habitats (BORGES & TOMAS, 2008).

As guildas tróficas registradas nesta campanha, na área de influência da PCH Verde 4 durante o monitoramento da mastofauna não-voadora estão representadas por: frugívoros (25%), onívoros (22%); herbívoros (14%), insetívoros (11%), mirmecófagos (8%), carnívoros (5%), granívoros (5%), predadores de sementes (2%), e piscívoros (2%) (Gráfico 17), sendo que algumas espécies apresentam sobreposição de guildas (Figura 24). A comunidade de mamíferos registrada nesta campanha está representada principalmente por espécies com hábitos frugívoros e onívoros. Essas guildas possuem o status de indicadores ecológicos na presença de alterações ambientais, pois as espécies da guilda dos frugívoros são particularmente vulneráveis às modificações estruturais em seus habitats, como por exemplo, a fragmentação ou retirada seletiva das plantas que lhes servem de alimento, além de atuarem na recuperação de áreas degradadas como importantes dispersores de sementes (HOWE, 1984). Já os onívoros, por serem organismos generalistas em seus hábitos alimentares, adaptam-se mais facilmente aos ambientes com forte pressão antrópica

e, conseqüentemente, ocupam também áreas não naturais onde interagem de forma nem sempre harmoniosa com os seres humanos.

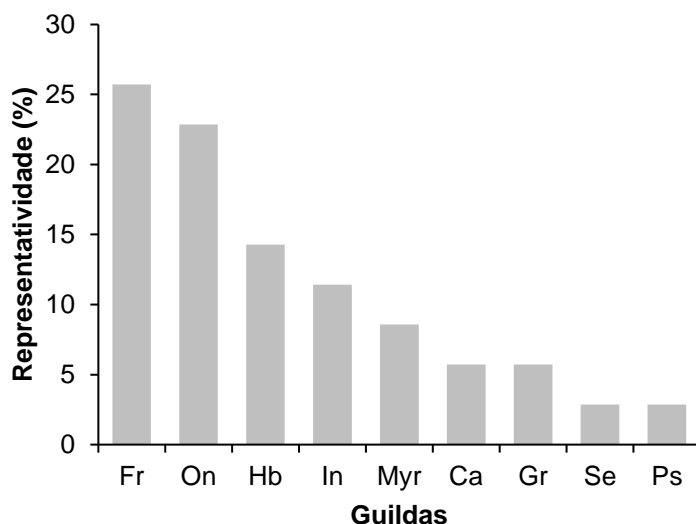


Gráfico 17. Representação do percentual das Guildas registradas na 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Guildas: Fr – frugívoros, On – onívoros, Hb – herbívoros, In – insetívoros, Myr – mirmecófagos, Ca – carnívoros, Gr – granívoros, Se – predadores de sementes, Ps – piscívoros. Fevereiro de 2021.



Figura 24. Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), espécie que apresenta sobreposição de guilda registrada durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

4.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

Foram registrados os maiores valores de riqueza (14 espécies) na área Controle (CO), seguida pela área Montante (MO, 10 espécies), Jusante (JU; nove espécies) e Reservatório (RE; oito espécies) (Tabela 8). A abundância foi maior na área Controle (24 indivíduos), seguida pela Montante (19 indivíduos), Reservatório (17 indivíduos) e Jusante (13 indivíduos) (Gráfico 18). Em relação a diversidade, o índice de *Shannon-Wiener* calculada para cada área amostral, determinou a área Controle ($H' = 2,535$) 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).

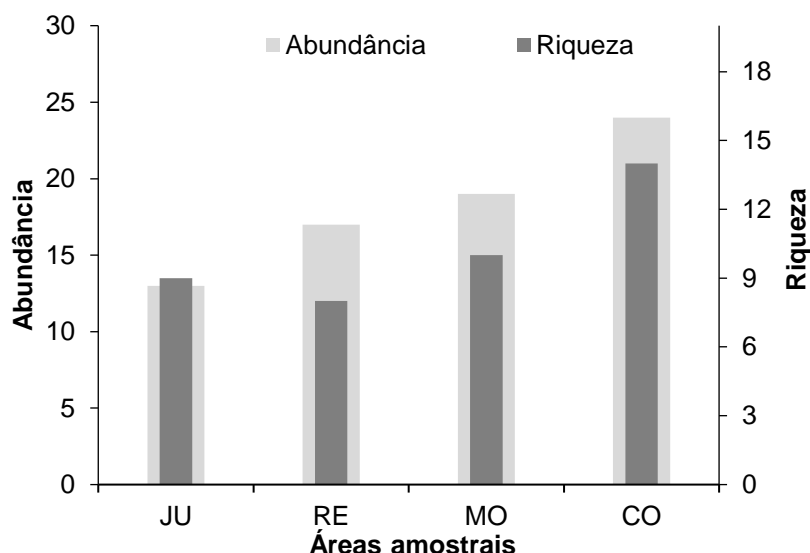


Gráfico 18. Representatividade de espécies durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. JU – jusante, RE – reservatório, MO – montante, CO – controle. Fevereiro de 2021.

Tabela 8. Riqueza, abundância e índice de diversidade de *Shannon-Wiener* (H') das espécies registradas durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021. JU – Jusante; RE – Reservatório; MO – Montante; CO – Controle.

	JU	RE	MO	CO
Riqueza	9	8	10	14
Abundância	13	17	19	24
Shannon (H')	2,032	1,805	2,129	2,535

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.

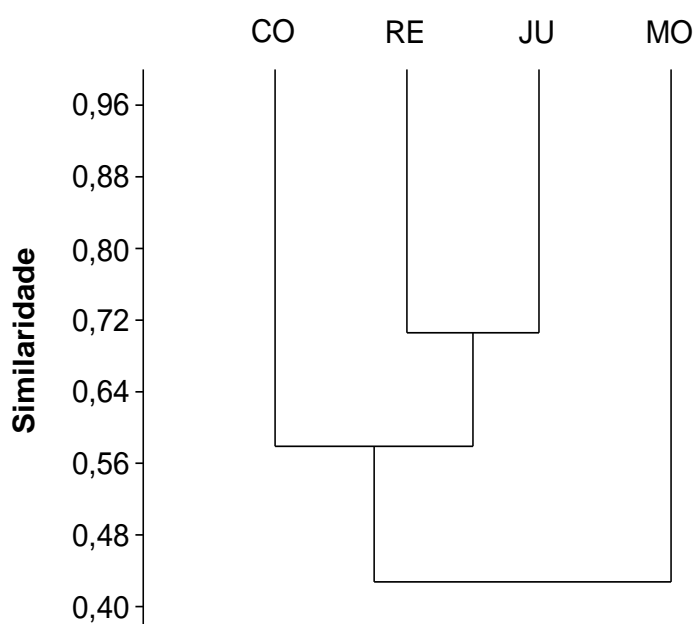


Gráfico 19. Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de *Dice*), com método de agrupamento UPGMA do monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021. Onde: CO=controle; RE=reservatório; JU=jusante e MO=montante do reservatório. Coeficiente cofenético=0,9515.

4.2.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando-se as 15 campanhas realizadas até o momento, a última apresentou a riqueza de espécies (21) e abundância de indivíduos (73) acima dos valores encontrados na campanha realizada em fevereiro de 2020 (19 espécies e 50 indivíduos). Ao considerarmos o índice de *Shannon-Wiener*, o valor obtido nesta campanha ($H'=2,811$; Tabela 9) também foi maior se comparado a campanha de fevereiro de 2020 ($H'=2,694$), no entanto, são valores elevados que demonstram a diversidade no local. A campanha

que ainda apresenta o maior valor de diversidade continua sendo a 12^a (agosto de 2019), que apresentou o maior valor de riqueza de espécies (27) com abundância de 68 indivíduos, obtendo um valor de diversidade de $H'=2,886$. Ao longo do monitoramento, não foram verificados para a mastofauna um padrão de influência na riqueza, abundância e diversidade com relação as estações de seca ou chuva (Tabela 9).

Tabela 9. Riqueza, abundância e índice de diversidade de *Shannon-Wiener* (H') durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Fase	Campanha	Mês	Riqueza	Abundância	Shannon_H
Pré-instalação	1a	set/16	19	36	2,784
	2a	nov/16	14	26	2,492
	3a	fev/17	16	38	2,591
	4a	mai/17	13	35	2,362
	5a	ago/17	16	35	2,53
Instalação	6a	nov/17	15	35	2,513
	7a	fev/18	18	42	2,54
	8a	mai/18	19	58	2,459
	9a	ago/18	17	53	2,546
Enchimento	10a	nov/18	18	52	2,722
	11a	fev/19	21	60	2,702
	12a	ago/19	27	68	2,886
Operação	13a	fev/20	19	50	2,694
	14a	set/20	20	60	2,648
	15a	fev/21	21	73	2,811

4.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha referente a este relatório (fevereiro de 2021) foram registradas 21 espécies para a região da PCH Verde 4, não foram catalogadas novas espécies. Foi registrada uma nova espécie, o cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*). Ao longo de todo o período de monitoramento da mastofauna não-voadora, foram registradas 48 espécies.

A curva de rarefação feita para as 15 campanhas de monitoramento (Gráfico 20) não se estabilizou, indicando que a curva tende a atingir a assíntota com o aumento de amostras (mais campanhas de campo). Além disso, o aumento de espécies

temporalmente mostra que a diversidade da mastofauna não-voadora na área de influência do empreendimento ainda é subestimada, e que futuras amostragens possuem alta probabilidade de registrar novas espécies para a região de influência do empreendimento.

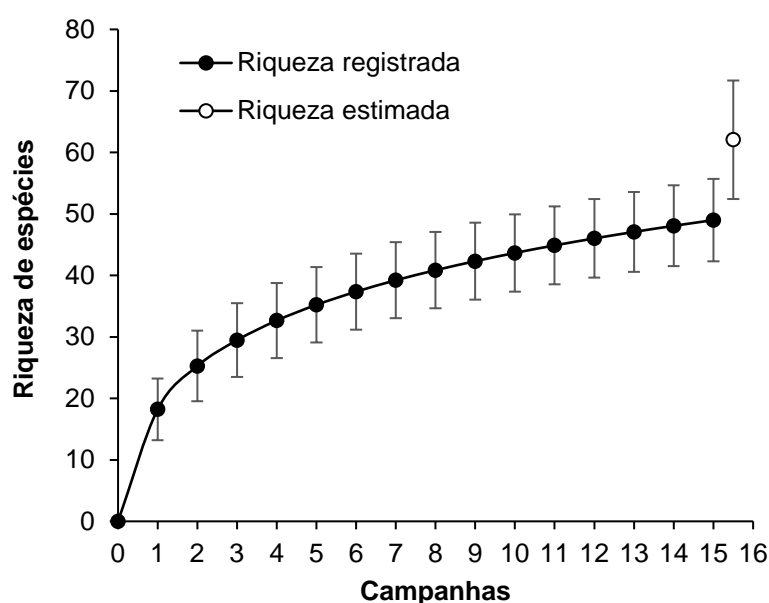


Gráfico 20. Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora, da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação.

4.2.5. ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS E EXÓTICAS

Considerando as espécies registradas para esta campanha, cinco encontram-se classificadas em alguma categoria de ameaça tanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2021) quanto pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2018): o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), a anta (*Tapirus terrestris*, Figura 25), o tatu-canastra (*Priodontes maximus*, Figura 25), o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) e a lontra (*Lontra longicaudis*). O tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) está listado como 'vulnerável' devido principalmente à 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).

O cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) é o maior representante dos cervídeos na América Latina. Vive em várzeas das planícies de inundação dos grandes rios e tributários. Originalmente o cervo-do-pantanal ocorria nas cinco regiões geográficas do Brasil (TOMAS *et al.*, 1997). Atualmente sua distribuição encontra-se muito reduzida e fragmentada, apresentando as maiores populações no Pantanal, rio Araguaia, rio Guaporé, e em alguns locais do Rio Paraná (PINDER & SEAL, 1995; DUARTE *et al.*, 2012). Sua dieta é composta por brotos de diversas espécies arbustivas e macrófitas de folha larga (TOMAS & SALIS, 2000). Suas populações sofreram reduções drásticas devido à eliminação de seus habitats e a caça (PINDER, 1996; WEMMER, 1998). A construção de grandes usinas hidrelétricas também tem ocasionado o desaparecimento das populações desse organismo (TIEPOLO *et al.*, 2004).



Figura 25. Espécies classificadas como ‘vulnerável’ registradas durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4. Vestígio de tatu-canastra (*Prionomys maximus*, esquerda) e Registro fotográfico de anta (*Tapirus terrestris*, direita). Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

Durante a 15ª campanha foi registrada uma espécie exótica, o cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*) (Figura 26). O registro do cachorro-doméstico foi feito na APP da área amostral Montante. Essa espécie pode causar impactos nas populações de pequenos vertebrados, predando roedores, marsupiais e ninhos (BUTTLER *et al.*, 2004). Também podem competir por recursos com as espécies nativas, além disso, podem atuar como agentes transmissores de zoonoses (CAMPOS, 2004). Outra problemática advindo da presença do cachorro-doméstico, é seu uso em atividades de caça (VILELA, 2009). Portanto, a presença desse organismo na área amostral é preocupante e a proposição de medidas pode vir a ser necessária para evitar a permanência deste no local.

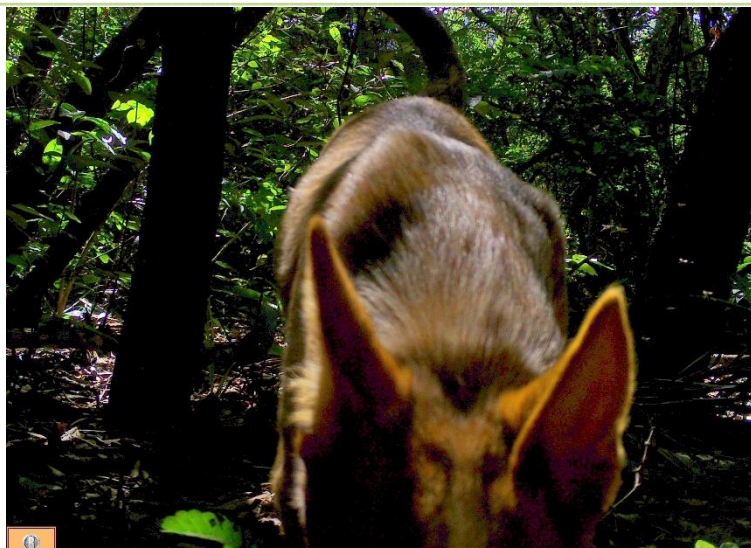


Figura 26. Cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*) registrado durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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. Fevereiro de 2021. **Legenda:** ICMBio=Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018). IUCN=União internacional para a conservação da Natureza (2021).

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	
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	Vulnerável	Quase-ameaçada	
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego	Vulnerável		Endêmico
<i>Canis lupus familiaris</i>	cachorro-doméstico			Exótico
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	Vulnerável	Quase-ameaçada	
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	Vulnerável	Quase-ameaçada	Endêmico
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	Quase-ameaçada	Quase-ameaçada	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	Vulnerável		
<i>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 15ª campanha, 23 podem ser consideradas cinegéticas (Tabela 11). Grande parte das espécies são procuradas como caça (alimentação) por moradores de áreas rurais ou comunidades tradicionais, como a cutia (*Dasyprocta azarae*, Figura 27) e a paca (*Cuniculus paca*, Figura 27).

Tabela 11. Lista das espécies de mamíferos terrestres cinegéticos registrados durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Nome comum	Nome científico	Interação
Gambá-de-orelha-branca	<i>Didelphis albiventris</i>	Predação de animais domésticos
Tapiti	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Caça
Tatu-galinha	<i>Dasytus 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>Dicotyles tajacu</i>	Caça
Queixada	<i>Tayassu pecari</i>	Caça
Cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>	Predação de animais domésticos
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachiurus</i>	Predação de animais domésticos
Gato-mourisco	<i>Herpailurus jaguarundi</i>	Predação de animais domésticos
Jaguaritica	<i>Leopardus pardalis</i>	Predação de animais domésticos
Onça-parda	<i>Puma concolor</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 cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), também são vítimas de atropelamento. A instalação do empreendimento gera grande trânsito de veículos e construção de novas estradas para seu acesso, causando encontros como estes comuns.



Figura 27. Cutia (*Dasyprocta azarae*, esquerda) e paca (*Cuniculus paca*, direita), espécies consideradas cinegéticas registradas durante a 15ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2021.

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 de *Colobosaura modesta*, *Salvador merianae*, *Erythrolamprus aesculapii*, *Amerotyphlops brongersmianus* e *Bothrops moojeni*, espécies associadas a habitats florestados. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção, duas espécies (02) encontram-se inseridas no apêndice II da Cites e seis (06) espécies são endêmicas do Cerrado.

Os valores dos parâmetros populacionais verificados durante a atual campanha, a quinta da fase de operação do empreendimento, são semelhantes aos valores encontrados nas campanhas do mesmo período hidrológico das fases de pré-instalação e instalação do empreendimento. Após a supressão de habitats as espécies animais podem apresentar um tempo de latência em resposta à fragmentação e redução de seus ambientes. Espera-se que com a continuação do monitoramento, os valores de riqueza e abundância, principalmente nos pontos localizados nas margens do reservatório, sofram redução.

Para a herpetofauna recomenda-se a continuidade dos programas de recuperação da APP do reservatório, o que além de auxiliar na manutenção do fluxo gênico e na garantia de uma variabilidade gênica para as diferentes populações animais, diminui também efeitos de adensamento da fauna nas áreas adjacentes do empreendimento.

5.2. AVIFAUNA

Durante esta campanha foram registradas 105 espécies de aves, chegando a um total de 198 espécies. Deste total podemos destacar o registro efetuado em campanhas passadas da águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) por ser uma espécie carnívora de topo de cadeia sendo 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. Para tanto é necessário que a APP esteja consolidada também pois ela se torna importante na mitigação de impactos deste adensamento de espécies e do desmate. 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 continuidade de atividades de conscientização para os colaboradores e trabalhadores do empreendimento, abordando a importância da preservação das espécies de aves *in situ*, aspectos da legislação ambiental, com ênfase à Lei de Crimes Ambientais, desencorajando as práticas de captura e caça de aves no local, 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 2021). Apesar da alta riqueza regional, as análises mostram que há uma grande quantidade de espécies a serem encontradas na região. Além disso, a fragmentação de áreas de mata impede o livre deslocamento de animais com pouca mobilidade, pois áreas de pastagem ou monoculturas impõe uma resistência à dispersão de algumas espécies.

Apesar da presença de diversos brejos e córregos conectando fragmentos de mata na matriz de monoculturas na região de entorno do empreendimento, é visível o impacto direto (destruição de APP e brejos, atropelamento) e indireto (assoreamento) pela intensa ocupação humana. Além disso, a presença de diversas espécies alvos de caça torna comum o contato com humanos. Portanto, indicamos que o Empreendimento apoie ações de preservação dos remanescentes florestais e trabalhos de conscientização ambiental com população local. A presença de animais

atropelados nos acessos do empreendimento cria a necessidade de maior fiscalização de velocidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU-JR, E.F.; CASALI, D.M.; COSTA, M.C.; GARBINO, G.S.T.; LORETO, D.; LOSS, A.C.; MARMONTEL, M.; OLIVEIRA, M.L.; PAVAN, S.E. & TIRELLI, F.P. 2020. Lista de Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz). Disponível em: <https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>. Acessado em: 02/09/2020.

AMORIM, M.E.; SCHOENER, T.W.; SANTORO, G.R.C.C.; LINS, A.C.R.; PIOVIA-SCOTT, J. & BRANDÃO, R.A. 2017. Lizards on newly created islands independently and rapidly adapt in morphology and diet. PNAS, doi:10.1073/pnas.1709080114.

ÁVILA-PIRES, T.C.S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). Zool. Verh. Leiden 1995: 3-706.

AZEVEDO, J.A.R., VALDUJO, P.H., & NOGUEIRA C.C. 2016. Biogeography of anurans and squamates in the Cerrado hotspot: coincident endemism patterns in the richest and most impacted savanna on the globe. Journal of Biogeography, 43, 2454–2464.

BASTOS, R.P.; MOTTA, J.A.O.; LIMA, L.P & GUIMARÃES, L.D. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás. 82 pp.

BORGES, P.A.L. & TOMAS, W. 2008. Guia de Rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal, 148p.

BRANDÃO, R.A. & PERES JUNIOR, A K. 2001. Levantamento da herpetofauna na área de influência do Aproveitamento Hidroelétrico da UHE Luis Eduardo Magalhães (Palmas, TO). Humanitas, Palmas, TO, 3(1): 35-50.

BRASILEIRO, C.A.; SAWAYA, R.J.; KIEFER, M.C. & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. Biota Neotropica, 5(2): 1-17.

BROOKS, T., TOBIAS, J. & BALMFORD, A. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic forest. Animal Conservation, 2:211–222.

BRUSQUETTI, F. & LAVILLA, E.O. 2006. Lista comentada de los anfibios de Paraguay. Cuad. herpetol., 20 (2): 3-79.

BUTTLER, J.R.A.; DU TOIT, J.T. & BINGHAM, J. 2004. Free ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) as predators and prey in rural Zimbabwe: threats of competition and disease to large wild carnivores. Biological Conservation 15: 369-378.

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.

CAMPOS, C.B. 2004. Impacto de cães (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*) errantes sobre a fauna silvestre em ambiente periurbano. Dissertação de mestrado, Ecologia

Aplicada, Ecologia de Agroecossistemas. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

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). 2015. Lista das aves do Brasil. Disponível em <http://www.cbro.org.br>. Acessado em dois de maio de 2021.

CECHIN, S.Z. & MARTINS, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 729-740.

CHIARELLO, A.G.; RÖHE, F.; MIRANDA, F.R.; MOURÃO, G.M.; SILVA, K.F.M.; VAZ, S.M. & ANACLETO, T.C.S. 2015 Avaliação do risco de extinção de *Priodontes maximus* (Kerr, 1792) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2021. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: <http://www.cites.org/eng/app/appendices>. Acessado em dois de maio de 2021.

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: 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.

DUARTE, J.M.B.; PIOVEZAN, U.; ZANETTI, E.S.; RAMOS, H.G.C.; TIEPOLO, L.M.; VOGLIOTTI, A.; OLIVEIRA, M.L.; RODRIGUES, L.F. & ALMEIDA, L.B. 2012. Avaliação do Risco de Extinção do Cervo-do-pantanal *Blastocerus dichotomus* Illiger, 1815, no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1: 3-11.

DUELLEMAN, 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 2021.

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. Biological Conservation 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 2021. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021.1. <www.iucnredlist.org>. Acessado em dois de maio de 2021.

KLINK, C.A., & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, 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.

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.

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.

PINDER, L. & SEAL, U.S. 1995. Population and Habitat Viability Assessment Report for Marsh deer *Blastocerus dichotomus* (PHVA). IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, Minnesota, 172p.

PINDER, L. 1996. Marsh deer *Blastocerus dichotomus* population estimate in the Paraná River, Brasil. *Biological Conservation* 75: 87-91.

PLANQUÉ, B. & VELLINGA, W.P. 2021. Xeno-canto: birds songs from Tropical America. Disponível em <http://www.xeno-canto.org>. Acessado em dois de maio de 2021.

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, 56p.

SILVA, J.M.C. & BATES, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233.

SILVA, J.M.C. & SANTOS, M.P.D. 2005. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação (A. Scariot, J.C. Souza Filho & J.M. Felfili, eds). Ministério do Meio ambiente, Brasília, p. 224-233.

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.

TIEPOLO, L.M.; FERNÁNDEZ, F.A.S. & TOMAS, W.M. 2004. A conservação do cervo-do-pantanal *Blastocerus dichotomus* (Illiger, 1815) (MAMMALIA, CERVIDAE) no Parque Nacional de Ilha Grande e entorno (PR/MS). *Natureza e Conservação* 2: 56-66.

TOLEDO, L.F., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2003. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de Anfíbios Anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environment*, 3(2): 136-149.

TOMAS, W.M. & SALIS, S.M. 2000. Diet of marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) on the Pantanal wetland, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 35: 165-172.

TOMAS, W.M.; ANTUNES, P.C.; BORDIGNON, M.O.; CAMILO, A.R., CAMPOS, Z.; CAMARGO, G.; CARVALHO, L.F.A.C.; CUNHA, N.L.; FISCHER, E.; GODOI, M.N.; HANNIBAL, W.; MOURÃO, G.; RIMOLI, J.; SANTOS, C.F.; SILVEIRA, M. & TOMAS, M.A. 2017. Checklist of mammals from Mato Grosso do Sul, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 107: 1-17.

TOMAS, W.M.; BECCACECI, M.D. & PINDER, L. 1997. Cerdo-do-Pantanal (*Blastocerus dichotomus*). p. 24-40. In: Duarte, J.M.B. (ed.). *Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. FUNEP, 238p.

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 2021.

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/Centraís Elétricas Brasileiras. Eletrobrás, Rio de Janeiro.

VAZ-SILVA, W.; GUEDES, A.G.; AZEVEDO-SILVA, P.L.; GONTIJO, F.F.; BARBOSA, R.S.; ALOÍSIO, G.R.; Almeida, F.C.G. (2007): Herpetofauna, Espora Hydroelectric Power Plant, state of Goiás, Brasil. *Check List* 3(4): 338-345.

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

VIELLIARD, J.M.E.; M.E.C. ALMEIDA; I. ANJOS; W.R. SILVA (2010) Levantamento quantitativo por pontos de escruta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In: MATTER, S.V.; F.C. STRAUBE; I. ACCORDI; V. PIACENTINI & J.F. CÂNDIDO-JR. p.47-60. *Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento.* Rio de Janeiro: Technical Books.

VILELA, A.L.O. 2009. Aspectos da caça predatória de mamíferos no Parque Estadual Nova Baden – Lambari, MG. Monografia (trabalho de Conclusão do curso de Ciências Biológicas). Fundação Educacional de Machado, São Lourenço, Minas Gerais.

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. 1998. Deer Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Deer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 106p.

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 2021 - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br>>. Acessado em dois de maio de 2021.



José Milton Longo
Coordenador Técnico

7. ANEXOS

Anexo I – Lista consolidada da herpetofauna (anfíbios e répteis) registrada durante o monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo II – Lista consolidada da avifauna registrada durante o monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo III – Lista consolidada da mastofauna não-voadora registrada durante o monitoramento de fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo IV – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do subprograma de monitoramento da fauna da PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

Anexo V – Mapa de ocupação e uso do solo com a localização das áreas amostrais e respectivos pontos de coleta para o Monitoramento da Fauna Terrestre na PCH Verde 4, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

ANEXO 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	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19	fev/20	set/20				fev/21
ORDEM ANURA "sapos, rãs e pererecas"																			
Família Bufonidae																			
<i>Rhinella schneideri</i>	sapo-cururu	1	4	2	1	1	5	6	1	11	9	3	1	10	7		Te	N	
Família Hylidae																			
<i>Boana albopunctata</i>	perereca-cabrinha	24	32	27	23	11	20	25	24	20	3	13	9	12	14	16	Ab	N	
<i>Boana punctata</i>	perereca-verde			23	6			6				6		4	12		Ab	N	
<i>Boana raniceps</i>	perereca-amarela	3	24	11			14	9			15	8		15	4	20	Ab	N	
<i>Dendropsophus elianeae</i>	pererequinha-do-brejo			3			9	4				6		5	3		Ab	N	End
<i>Dendropsophus jimi</i>	pererequinha-do-brejo	13	34	30			25	32			14	10		9	21		Ab	N	End
<i>Dendropsophus minutus</i>	pererequinha-do-brejo			10	2	4	1	5	5	4	9	8		5	5	4	Ab	N	
<i>Dendropsophus nanus</i>	pererequinha-do-brejo	2	57	71	11		28	41		6	33	27		28	39		Ab	N	
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	pererequinha-do-brejo		18	30			5	38			9	24		19	8		Ab	N	
<i>Scinax fuscovarius</i>	perereca-do-banheiro			4			7	9	1						2	2	Ab	N	
<i>Scinax x-signatus</i>	raspa-cuia										7			9			Ab	N	
<i>Trachycephalus typhonius</i>	perereca-grudenta	2					1				12			2			Ab	N	
Família Leptodactylidae																			
<i>Adenomera cf. diptyx</i>	rãzinha-do-folhiço		14	14			33	11	1		14	9		1	6		Cr	D/N	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	rã-assobiadeira		39	8			45	5			9	5		4	9	14	Te	N	
<i>Leptodactylus chaquensis</i>	rã-manteiga		2	2	2	1			3	1	1	3		4	1		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	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19				fev/20	set/20
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	rãzinha-assobiadora		11	4			7	3			3	2			8	Te	N	
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	rãzinha-pingo-de-chuva		8	2			9				8	2		10	5	Cr	N	
<i>Physalaemus centralis</i>	rãzinha		5				12	1			2			3	1	Te	N	End
<i>Physalaemus cuvieri</i>	rã-cachorro		8	8	5		12	11	2		8	6		8	4	Te	N	
<i>Physalaemus marmoratus</i>	rãzinha										7	1		5		Te	N	End
<i>Physalaemus nattereri</i>	rã-quatro-olhos		8	3	1	1	15	2	1		14	1	1	6	4	Te	N	End
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	rãzinha-do-brejo		19			1		29		1	7	7		7	13	Cr	D/N	
Família Microhylidae																		
<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	sapo-grilo		3	4			8				1			1	1	Fo	N	End
<i>Elachistocleis cesarii</i>	sapo-guarda-de-barriga-cinza		2				7	3			4	1		3		Fo	N	
ORDEM CROCODYLIA "jacarés"																		
Família Alligatoridae																		
<i>Caiman latirostris</i>	jacaré-do-papo-amarelo														1	Aq/Te	D/N	C1
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	jacaré-paguá	1			1				1	1	1				1	Aq/Te	D/N	C2
ORDEM SQUAMATA "lagartos e serpentes"																		
Família Anguillidae																		
<i>Ophiodes cf. striatus</i>	cobra-de-vidro	1														Te	D	
Família Gekkonidae																		
<i>Hemidactylus mabouia</i>	lagartixa-de-parede													1		Ab	N	Ex
Família Gymnophthalmidae																		
<i>Colobosaura modesta</i>	lagartinho-do-folhicho			1											2	Te	D	FL
Mabuyidae																		
<i>Aspronema dorsivittatum</i>	lagarto-liso				1											Te	D	
<i>Notomabuya frenata</i>	lagarto-liso					1	1			1					1	Sc	D	

Espécie	Nome popular	Campanhas												Estrato	Ativ	Status		
		ago/16	nov/16	fev/17	mai/17	ago/17	nov/17	fev/18	abr/18	ago/18	nov/18	fev/19	ago/19				fev/20	set/20
Teiidae																		
<i>Ameiva ameiva</i>	lagarto-verde	1	5	3		2	1		1	3	1		1	10	Te	D		
<i>Salvator merianae</i>	teiú		4	1		2	3		1	3		1	5	5	2	Te	D	C2, FL
Anomalepididae																		
<i>Liotyphlops ternetzii</i>	cobra-cega										1			1	Fo	N		
Colubridae																		
<i>Chironius flavolineatus</i>	cobra-cipó	1													Ab/Te	D	End	
Dipsadidae																		
<i>Atractus albuquerquei</i>	cobra-da-terra										1	1			Fo	N	End	
<i>Erythrolamprus aesculapi</i>	coral-falsa										1			1	Te	D	FL	
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	cobra-de-capim	1													Te	D/N		
<i>Lygophis meridionalis</i>	cobra-de-capim						1								Te	D		
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	coral-falsa				1	1									Te	N		
<i>Philodryas nattereri</i>	corre-campo				1										Te	D		
<i>Xenodon merremii</i>	capitão-do-campo		2	1											Te	D		
Typhlopidae																		
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	cobra-cega		1			1							1	1	Fo	N		
Viperidae																		
<i>Bothrops moojeni</i>	jararaca		5	1		3				1	1		3	1	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 2021. **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	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
Struthioniformes																					
Rheidae																					
<i>Rhea americana</i>	ema	8	0	0	2	0	6	4	8	3	5	6	0	0	0	3	B	O	Ca, Ce, Pa	II	O
Tinamiformes																					
Tinamidae																					
<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	20	14	3	5	8	3	0	4	13	15	12	10	5	14	7	B	O	Ci, F, Ga		O, V
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inambu-chororó	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0	2	0	3	2	1	B	O	Ce		V
<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	4	2	1	0	9	0	0	1	1	3	3	4	3	2	1	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	1	3	B	O	Ca, Pa		O, V
Anseriformes																					
Anhimidae																					
<i>Anhima cornuta</i>	anhuma	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	M	G	Ci, Br		O
Anatidae																					
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	0	2	0	0	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	10	2	M	O	Ci, Aq, AA		O
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	ananaí	3	3	2	3	4	4	3	0	1	5	4	4	6	6	10	B	O	Ci, Aq, AA		O, V
Galliformes																					
Cracidae																					
<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho	4	3	3	0	8	3	6	3	8	4	6	5	4	6	2	M	O	F, Ga		O, V
Ciconiiformes																					
Ciconiidae																					
<i>Jabiru mycteria</i>	tuiuiú	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	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	0	0	B	P	Ci, Br		O
Suliformes																					
Phalacrocoracidae																					

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Nannopterum brasilianus</i>	biguá	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	B	P	Aq		O
Anhingidae																					
<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	M	P	Aq		O
Pelecaniformes																					
Ardeidae																					
<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	M	O	Br		O
<i>Butorides striata</i>	socozinho	0	1	0	0	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	13	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	0	0	B	P, I	Aq, Br		O
<i>Ardea alba</i>	garça-branca	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	2	0	1	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	2	8	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	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	0	0	B	O	Aq, Br		O
Threskiornithidae																					
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró	0	3	2	1	1	0	2	1	5	2	3	0	2	9	0	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	16	31	B	O	Ca, Pa, F, AA		O, V
Cathartiformes																					
Cathartidae																					
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	2	1	0	8	1	1	0	0	2	1	0	3	0	5	9	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	0	6	M	D	F, Br		O
<i>Coragyps atratus</i>	urubu	11	7	3	15	8	9	13	15	13	9	11	21	14	20	24	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	0	0	M	D	F, Ga		O
Accipitriformes																					
Accipitridae																					
<i>Leptodon cayanensis</i>	gavião-gato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	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	0	4	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	0	1	B	M	Br	II	O
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	0	0	0	1	1	2	4	3	0	0	0	3	2	7	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	0	0	M	C	Ca, Ce	II	O

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	3	3	5	6	12	5	5	7	8	4	10	15	11	10	16	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	0	0	B	C	F, Ca	II	O
Gruiformes																					
Aramidae																					
<i>Aramus guarauna</i>	carão	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	Br		V
Rallidae																					
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	1	0	1	1	1	0	1	2	5	4	4	0	0	6	2	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	0	2	M	O	Ca, Br		V
<i>Gallinula galeata</i>	galinha-d'água	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	O	Aq, Ci, Br		O
Heliornithidae																					
<i>Heliornis fulica</i>	picaparra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	M	I	Ga, Ci, Aq, AA		O
Charadriiformes																					
Charadriidae																					
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	17	11	13	17	23	15	20	21	22	31	21	29	32	38	23	B	O	Ca, Br, AA		O, V
Recurvirostridae																					
<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo-de-costas-brancas	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	M	O	Br, Aq		O, V
Scolopacidae																					
<i>Tringa solitaria</i>	maçarico-solitário	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	B	O	Aq, Ci		O
Jacaniae																					
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	3	4	1	3	5	3	2	1	0	0	2	1	2	0	3	B	O	Br		O, V
Columbiformes																					
Columbidae																					
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	13	4	19	19	14	13	19	23	17	21	21	34	28	60	37	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	23	17	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	4	0	B	G	Ca		O
<i>Patagioenas picazuro</i>	asa-branca	22	18	13	17	6	13	12	21	20	16	17	20	22	25	25	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	9	11	M	O	F, Ga, Ci, AA		O, V
<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	14	20	17	19	7	12	21	29	19	24	24	35	20	35	30	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	5	16	2	11	10	15	15	12	20	16	12	22	19	34	15	B	G	F, Ci, Ga, AA		O, V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	B	G	F, Ci, Ga, AA		V
Cuculiformes																					
Cuculidae																					
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	1	1	3	3	1	0	0	3	4	2	0	3	4	4	3	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	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	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	35	38	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	21	28	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	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	0	0	A	I	F		V
Strigiformes																					
Tytonidae																					
<i>Tyto furcata</i>	suindara	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	B	C	Ca, Ce, Pa, AA	II	O
Strigidae																					
<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	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	0	0	B	C, I	F, Ca, AA	II	O
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	3	8	6	6	8	5	6	6	5	2	9	9	8	19	10	M	O	Ca, Ce, AA	II	O, V
Nyctibiiformes																					
Nyctibiidae																					
<i>Nyctibius griseus</i>	urutau	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	B	I	F, Ci, Ga, AA		V
Caprimulgiformes																					
Caprimulgidae																					
<i>Antrostomus rufus</i>	joão-corta-pau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	13	0	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	0	0	B	I	Ca, Ce		O
Apodiformes																					
Trochilidae																					
<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado	1	1	3	4	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	4	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	2	3	B	N	Ce, AA	II	O, V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho	1	1	1	2	2	0	2	2	4	2	2	2	1	3	2	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	0	0	M	N	F	II	O, V
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	18	14	5	4	2	2	2	2	8	4	1	4	2	14	3	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	0	0	B	N	F, Ci, Ga	II	O
Trogoniformes																					
Trogonidae																					
<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha	1	6	3	4	3	2	3	3	5	4	2	7	3	3	3	M	I, F	F		O, V
Coraciiformes																					
Alcedinidae																					
<i>Megasceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	2	1	0	3	3	1	2	2	1	1	3	2	0	4	5	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	2	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	0	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	0	0	M	P	Aq, Ci, Br		O, V
Momotidae																					
<i>Momotus momota</i>	udu	1	7	2	2	0	2	4	0	1	0	2	0	2	1	3	M	I, F	F, Ga		O, V
Galbuliformes																					
Galbulidae																					
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba	4	4	4	3	2	2	2	5	2	1	1	1	6	6	11	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
Bucconidae																					
<i>Nystalus chacuru</i>	joão-bobo	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	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	0	0	M	I	F, Ga, AA		O, V
Piciformes																					
Ramphastidae																					
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	9	6	11	7	9	8	7	8	13	5	11	12	16	20	17	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	0	0	A	F	F, Ci	II	V
Picidae																					
<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	2	2	3	3	11	2	4	5	4	3	4	3	2	9	4	B	I	F, Ga, AA		V
<i>Melanerpes candidus</i>	birro	0	1	4	1	0	0	2	3	10	3	7	2	0	1	2	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	3	0	B	I	F, Ci, Ga		O

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	2	0	1	1	3	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	9	18	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	1	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	1	0	M	I	F, Ci, Ga, AA		O
Cariamiformes																					
Cariamidae																					
<i>Cariama cristata</i>	seriema	12	6	16	16	15	8	13	21	18	21	25	34	31	35	24	M	O	Ca, F, AA		O, V
Falconiformes																					
Falconidae																					
<i>Caracara plancus</i>	carcará	5	4	8	9	9	6	5	9	8	9	12	15	10	6	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	4	5	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	0	2	B	C, I	Ca, Ga	II	O
<i>Herpethotes cachinnans</i>	acauã	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	2	4	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	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	0	0	B	C, I	Ca	II	O
Psittaciformes																					
Psittacidae																					
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	11	7	4	11	8	8	12	8	16	11	21	16	14	16	25	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	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	4	0	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	0	4	M	F	Ga, Br	II	O, V
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	4	4	7	0	0	0	2	3	4	9	0	8	11	0	6	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	36	40	M	F	Ce, Ga, F	II	O, V
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	M	F	F, Ga	II	O, V
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	13	9	11	19	22	7	5	16	24	17	14	24	10	19	20	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	12	10	M, E	F	Ce, Ga	II	O, V
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio	18	4	9	13	15	6	10	13	10	12	14	21	16	20	22	M	F	Ce, Ga	II	O, V
Passeriformes																					
Thamnophilidae																					

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Formicivora rufa</i>	papa-formiga-vermelho	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	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	14	12	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	9	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	0	2	A	I	F		O, V
<i>Taraba major</i>	choró-boi	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	B	I	F, Ci, Ga, AA		V
Dendrocolaptidae																					
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	0	4	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	1	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	1	1	M	I	F, Ce		O, V
Furnariidae																					
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	4	11	9	11	9	13	7	6	10	10	13	8	15	15	12	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	0	0	B	I	F, Pa, Ca		O
<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	B	I	F, Ga, AA		V
<i>Synallaxis albescens</i>	uí-pi	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	B	I	Ca, Pa, Ce		V
Pipridae																					
<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho	0	9	1	0	3	2	1	1	9	2	0	1	3	2	2	M, E	F	Ce, Ga, Br		O, V
Tityridae																					
<i>Tityra inquisitor</i>	anambé-branco-de-bochecha-parda	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	2	1	0	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	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	0	0	M	I, F	F		O, V
Rhynchocyclidae																					
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	2	1	M	I	F		V
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	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	1	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	1	0	M	I	F, Ga		O, V
Tyrannidae																					
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	5	6	3	2	0	2	2	1	3	1	3	2	2	4	6	B	I	F, Ci, Ga, AA		V
<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	10	18	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	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	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	0	2	M	I	F, Ci, Ga		V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	piohinho	0	0	0	0	0	0	1	0	0	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	1	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	0	6	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	1	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	26	21	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	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	0	1	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	2	4	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	8	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	0	4	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	0	0	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	13	12	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	8	6	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	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	1	0	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	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	0	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	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	1	0	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	7	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	20	15	M	I	Ce, Pa, Ca		O
Vireonidae																					
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	8	9	5	3	8	4	4	2	5	7	3	6	5	0	6	B	I	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Vireo chivi</i>	juruviera	0	8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	B	I	F, Ci, Ga		O, V
Corvidae																					
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo	0	0	4	2	4	0	5	3	8	10	8	2	0	2	4	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	0	0	B	O	F, Ci, Ga		O, V
Hirundinidae																					
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	B	I	Pa, Ca		O

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	0	9	6	3	22	6	0	11	8	18	12	9	14	14	28	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	4	12	B	I	Aq, Ce, Ca		O, V
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0	0	0	8	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	0	0	B	I	Aq		O
Troglodytidae																					
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	2	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	2	B	O	F, Ce, Ca, AA		O, V
Donacobiidae																					
<i>Donacobius atricapilla</i>	japacanim	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	M	O	Ci, Br		O, V
Poliopitilidae																					
<i>Poliopitila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	M	I	F, Ce, Ga		O, V
Turdidae																					
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-branco	30	34	3	0	5	6	5	4	3	11	5	3	11	5	9	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	6	11	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	0	0	B	I, F	F, Ga, AA		O, V
Mimidae																					
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	3	12	10	8	15	5	7	7	9	17	9	8	10	12	10	B	O	F, Ce, Ca, AA		O, V
Motacillidae																					
<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	0	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	2	0	B	I	Ca, Pa, AA		V
Passerellidae																					
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	5	8	5	18	28	9	12	7	9	17	9	0	18	10	35	B	G	Ca, Pa, AA		O, V
Parulidae																					
<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita	0	0	0	0	3	1	0	0	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	0	1	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	0	0	M	I	F, Ga		O, V
<i>Myiothlypis leucophrys</i>	pula-pula-de-sobrancelha	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	M, E	I	Ga, Ci		O, V
Icteridae																					
<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe	0	0	0	0	4	4	6	1	0	6	7	1	0	0	2	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	12	17	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	0	0	B	O	Pa, Ci		O, V

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ago-16	nov-16	fev-17	mai-17	ago-17	nov-17	fev-18	mai-18	ago-18	nov-18	fev-19	ago-19	fev-20	set-20	fev-21	SD	D	Habitat	C	TR
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	chopim-do-brejo	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	5	13	0	0	0	B	O	Ca, Ci, Br		O, V
<i>Sturnella supercilialis</i>	polícia-inglesa-do-sul	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	B	G	Ca, Pa, Ci, AA		O, V
Thraupidae																					
<i>Tangara sayaca</i>	sanhaço-cinzento	19	16	8	6	7	13	12	9	10	9	15	11	10	18	10	B	F	F, Ga, AA		O, V
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	0	0	5	0	2	7	3	3	0	2	8	1	14	7	2	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	0	1	M	I, F	F, Ga, Ce, Ca		O, V
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	5	33	18	8	14	10	20	4	18	26	13	14	29	35	35	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	0	0	B	F	F, Ga		O
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	0	3	9	0	1	9	4	8	0	6	13	0	13	18	24	B	G	Pa, Ca, Ce, AA		O, V
<i>Eucometis penicillata</i>	pipira-da-taoca	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	O	F, Ga, Ci		O, V
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	tico-tico-rei	6	1	3	3	2	3	14	7	7	6	5	12	6	9	6	B	G	F, Ce, AA		O, V
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha	10	3	3	5	3	8	6	4	9	6	0	0	2	0	0	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	0	2	B	F	F, Ci, Ga		O
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	6	4	3	7	3	3	1	2	6	1	0	2	4	2	2	B	F	F, Ci, Ga, AA		O, V
<i>Sporophila lineola</i>	bigodinho	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	G	Ca, Ci, Pa, AA		O, V
<i>Sporophila caeruleascens</i>	coleirinho	0	0	0	0	0	5	0	0	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	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	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	0	0	B	G	Ca, Pa, Br		O
<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro	0	0	0	0	4	0	1	0	2	3	0	1	4	2	3	M, E	G	F, Ce		O, V
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro	0	2	1	0	2	1	1	2	4	6	2	0	2	2	2	B	G	F, Ci, Ga, AA		O, V
Fringillidae																					
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	5	8	6	6	6	7	7	3	8	6	6	10	8	8	10	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=herbívoros 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:** DD=dados deficientes; Ex=exótica; NT=quase ameaçado; VU=vulnerável. **Campanhas:** 1ª=setembro/2016; 2ª=novembro/2016; 3ª=fevereiro/2017; 4ª=maio/2017; 5ª=agosto/2017; 6ª=novembro/2017; 7ª=fevereiro/2018; 8ª=maio/2018; 9ª=agosto/2018; 10ª=novembro/2018; 11ª=fevereiro/2019; 12ª=agosto/2019; 13ª=fevereiro/20; 14ª=setembro/20 e 15ª=fevereiro/21.

ORDEM/Família/Espécie	Nome popular	Campanhas															Dieta	Hábito	Status
		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a			
DIDELPHIMORPHIA																			
Didelphidae																			
<i>Chironectes minimus</i>	cuíca-d'água	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ps	SA
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	0	2	2	4	0	2	9	6	1	4	5	3	4	8	7	Fr/On	Sc	
<i>Gracilinanus agilis</i>	cuíca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	In/On	Ar	
<i>Marmosa murina</i>	catita	3	4	4	5	6	1	1	1	0	0	1	3	2	5	3	In/On	Sc	
<i>Marmosa cf. paraguayana</i>	cuíca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	In/On	Sc	
CINGULATA																			
Chylamyphoridae																			
<i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-do-rabo-mole	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Myr	SF
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	1	2	1	2	2	2	2	1	0	2	0	0	1	4	2	In/On	SF	
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	Myr	SF	VU ¹ VU ²
Dasypodidae																			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	2	0	0	1	0	2	1	3	1	4	0	0	1	1	4	In/On	SF	
PILOSA																			
Myrmecophagidae																			
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	1	1	0	1	1	2	0	8	8	2	1	3	1	1	5	Myr	Te	VU ¹ VU ²
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	3	Myr	Sc	
PRIMATES																			
Atelidae																			
<i>Alouatta caraya</i>	bugio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Fo/Fr	Ar	NT ¹
Cebidae																			
<i>Sapajus cay</i>	macaco-prego	0	0	3	5	0	0	5	1	0	0	4	1	0	0	0	Fr/On	Ar	VU ²
LAGOMORPHA																			
Leporidae																			
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Hb	Te	
CARNIVORA																			
Canidae																			
<i>Canis lupus familiaris</i>	cachorro-doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	Ca/On	Te	Ex
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	2	4	6	2	2	6	3	15	5	4	3	3	6	5	10	In/On	Te	
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	Ca/On	Te	NT ¹ VU ²
<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	In/On	Te	NT ¹ VU ²

Felidae

<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	Ca	Te	VU ²
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	1	1	1	1	2	Ca	Te	
<i>Puma concolor</i>	onça-parda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Ca	Te	VU ²

Mephitidae

<i>Conepatus semistriatus</i>	jaritaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	In/On	Te	
-------------------------------	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----	--

Mustelidae

<i>Eira barbara</i>	irara	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	Fr/On	Te	
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	Ps	SA	NT ¹

Procyonidae

<i>Nasua nasua</i>	quati	1	1	0	0	1	0	0	0	3	3	1	16	0	1	0	Fr/On	Sc	
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	4	1	1	0	1	1	1	2	3	1	0	2	4	2	3	Fr/On	Sc	

PERISSODACTYLA

Tapiriidae

<i>Tapirus terrestris</i>	anta	4	2	3	6	6	5	7	6	5	7	8	6	7	8	10	Hb/Fr	Te	VU ¹ VU ²
---------------------------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------	----	---------------------------------

CETARTIODACTYLA

Cervidae

<i>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal	0	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	Hb	Te	VU ¹ VU ²
<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	Fr/Hb	Te	
<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro	3	0	2	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	Fr/Hb	Te	
<i>Mazama sp.</i>	veado	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	Fr/Hb	Te	
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Hb	Te	NT ¹ VU ²

Tayassuidae

<i>Dicotyles tajacu</i>	cateto	1	0	3	0	2	0	0	0	9	3	9	3	5	2	3	Fr/Hb	Te	
<i>Tayassu pecari</i>	queixada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Fr/Hb	Te	VU ¹ VU ²

RODENTIA

Caviidae

<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	4	0	5	3	3	3	2	5	4	3	1	3	5	10	3	Hb	SA	
----------------------------------	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	----	----	--

Cricetidae

<i>Calomys callosus</i>	rato-do-chão	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Calomys cf. tener</i>	rato-do-chão	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	Hb/On	Te	
<i>Calomys sp.</i>	rato-do-chão	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Cerradomys cf. scotti</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Cerradomys maracajuensis</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fr/Gr	Te	
<i>Cerradomys sp.</i>	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	2	0	Fr/Gr	Te	
<i>Nectomys squamipes</i>	rato-d'água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	On	AS	
<i>Oecomys bicolor</i>	rato-da-árvore	2	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	4	0	1	0	Fr/Gr	Ar	

<i>Oecomys</i> sp.	rato-da-árvore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	Fr/Gr	Ar
<i>Oligoryzomys</i> sp.	rato-do-mato	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	2	Fr/Se	Sc	
<i>Rhipidomys</i> sp.	rato-da-árvore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Fr/Gr	Ar	
Cuniculidae																			
<i>Cuniculus paca</i>	paca	1	1	1	3	4	3	2	1	5	6	5	1	3	3	5	Fr/Hb	Te	
Dasyproctidae																			
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia	0	0	0	0	2	1	1	0	0	4	8	4	1	0	2	Fr/Gr	Te	DD ¹
Erethizontidae																			
<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	Fr/Gr	Sc	

IUCN¹; ICMBio²

ANEXO IV

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: 2016/02310
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE MILTON LONGO		3.Registro no CRBio: 023264/01-D	
4.CPF: 085.222.128-21	5.E-mail: jmlongo2@gmail.com		6.Tel: (67)3387-3232
7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 9	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 14/4/16		Data:	
Assinatura do Profissional José Milton Longo CRBio 23264/01-D		Assinatura e Carimbo do Contratante FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA José Carlos Chaves dos Santos	
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida 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

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: 2016/02307
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS		3.Registro no CRBio: 018769/01-D	
4.CPF: 294.004.141-53	5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br		6.Tel: (67)2109-7065
7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 9	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:	Data: 14/4/16		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
			
			 CRBio-01
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 2607.3904.1749.9593

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico 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: 2016/02311
CONTRATADO			
2.Nome: ANA LUIZA CESQUIN CAMPOS		3.Registro no CRBio: 043731/01-D	
4.CPF: 894.232.671-49	5.E-mail: analuza@fibracon.com.br		6.Tel: (67)3361-1142
7.End.: RUA CAMUVRANO 104		8.Compl.:	
9.Bairro: JARDIM PANAMÁ	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79112-201
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
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:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 14/04/16	Data: 14/4/16		
Assinatura do Profissional <i>Ana Luiza Cesquin Campos</i>	Assinatura e Carimbo do Contratante FIBRAcon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA <i>José Milton Longo</i>		
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: 6761.6802.4961.2806

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br

14/04/2016

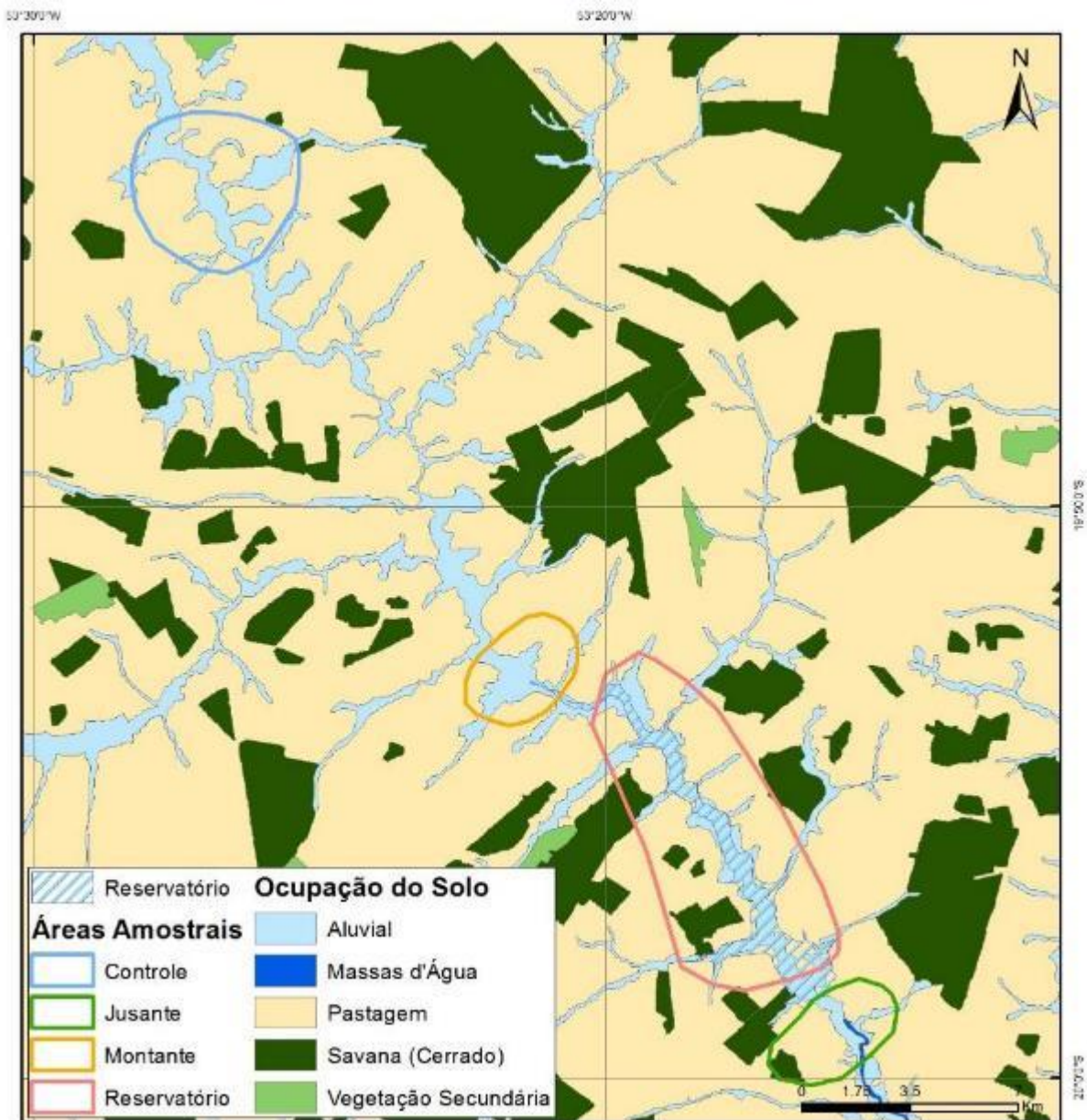
ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2016/02314
CONTRATADO			
2.Nome: THIAGO MATHEUS BREDA		3.Registro no CRBio: 068722/01-D	
4.CPF: 055.842.549-67	5.E-mail: thiagobreda@gmail.com		6.Tel: (67)3382-6514/8155-7011
7.End.: HIKARU KAMIYA 157		8.Compl.:	
9.Bairro: JARDIM DAS NACOES	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79081-744
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl: SALA 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	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : AVIFAUNA - MONITORAMENTO DA AVIFAUNA DA PCH VERDE 4, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: ÁGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DO GRUPO DA AVIFAUNA DA PCH VERDE 4, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE A FAUNA LOCAL.			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: ABR/2016	35.Término:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 14/04/16 Assinatura do Profissional 		Data: 14/04/16 Assinatura e Carimbo do Contratante 	
			CRBio-01
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 2745.4042.2828.1301

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br.

ANEXO V



ANEXO VI

	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 AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA MANEJO DE FAUNA <i>IN SITU</i>

RAA Nº: 012/2016	VALIDADE: 31/12/2020	PROCESSO Nº: 71/403934/2018
-------------------------	-----------------------------	------------------------------------

ATIVIDADE
MONITORAMENTO DE FAUNA *IN SITU*

DADOS DO REQUERENTE, CONSULTORIA E DO PROJETO

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.

DADOS DO TITULAR DA PESQUISA		
José Milton Longo	Biólogo	CRBio: 23264/01
DADOS DA EQUIPE		
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

DADOS DA AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL

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, 7799808.00 m S
Reservatório	256548.00 m E, 7799196.00 m S
Jusante	262489.00 m E, 7789323.00 m S

Petrechos e Procedimentos metodológicos que serão utilizados:

- **Herpetofauna:** 1) **Procura visual ou busca ativa:** 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) **Registro de vocalizações:** para os anuros que serão vistoriados no período noturno em sítios de reprodução (brejos e alagados, açudes, riachos e mata ciliar) em 2 a 3 pontos cada área amostral, 3) **Armadilhas de interceptação e queda ou pitfalls traps:** 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 vistoriadas pelo menos uma vez ao dia.

- **Avifauna:** 1) **Contagem por pontos:** 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 ante do sol se pôr e nas duas primeiras horas da noite; 2) **Busca ativa ou amostragens não sistemáticas:** serão percorridas trilhas e estradas existentes nas áreas amostradas em horários e fisionomias variáveis.

- **Mastofauna (mamíferos não voadores):** 1) **Procura visual:** 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) **Armadilhas fotográficas:** serão instaladas armadilhas fotográficas (câmera trap) nas áreas amostrais por três noites consecutivas. 3) **Armadilhas para pequenos mamíferos:** serão utilizadas 10 armadilhas Sherman e 10 do tipo Tomahawk ou gaiola por área, dispostas alternadamente numa distância de 20 metros, durante 3 noites. 4) **Armadilhas de interceptação e queda ou pitfalls traps:** 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. Caramori
Diretor Presidente do IMASUL

Thais Barbosa de Azambuja Caramori
Diretora Presidente - em substituição

ANEXO 07

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)



PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (OBRAS CIVIS)

Relatório Técnico de Monitoramento

PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A.

Água Clara - MS

Agosto de 2021



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

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSULTOR	2
2. APRESENTAÇÃO	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
4. RESULTADOS	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	5
c) PRADE das Áreas de Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos.....	6
d) PRADE da Área de Armação, Central de Carpintaria, Almoxarifado Civil e Eletrotécnica.	6
e) PRADE da Área de Empréstimo de Argila	7
f) PRADE da Área do Escritórios de apoio próximo a subestação (MD)	7
g) PRADE da Área de Captação de água à jusante do barramento (MD)	8
h) PRADE da Área à Jusante do Barramento	8
i) PRADE da Área Acesso provisório à jusante (ME).....	9
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	9
6. ANEXOS	9

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

E-mail: atendimento@acariambiental.com.br

Tel.: (67) 3222-6201

1.3. RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO



Rosa Helena da Silva

Bióloga Responsável

CRBio 086063 – 1ª Região

2. APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os resultados da visita técnica realizada no mês de maio de 2021, 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 duas últimas campanhas realizadas, de junho de 2020 e maio de 2021.



a) PRADE das Áreas dos Escritórios, Refeitório e Área de Vivência

Na campanha de junho de 2020 foi possível observar o crescimento das espécies semeadas durante o PRADE realizado em 2019, e na campanha de maio de 2021 observou-se o bom desenvolvimento dessas espécies, com a presença de poucos pontos ainda sem cobertura vegetal (Figura 1).

Figura 1 - Imagem aérea da área do antigo escritório e área de vivência já desmobilizada. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



b) PRADE das Áreas da Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem

Na campanha de junho de 2020 foi verificado o desenvolvimento das gramíneas, promovendo uma cobertura do solo maior que 60%. Na campanha de maio de 2021 observou-se que a área de cobertura por gramíneas foi maior que 80% (Figura 2).

Figura 2 – Imagem aérea das áreas anteriormente ocupadas por: Central de Concreto, Laboratório de Concreto e Solo e Pré-montagem. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



c) PRADE das Áreas de Oficina Mecânica e Rampa de Lavagem de Veículos.

Na campanha junho de 2020 observou-se o bom desenvolvimento das espécies semeadas, sendo verificada uma cobertura do solo por gramíneas maior que 80%, na qual se manteve estável em maio de 2021 (Figura 3).

Figura 3 – Imagem aérea da área antigamente ocupada pelas estruturas da rampa de lavagem e oficina e posto de combustível. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).

**d) PRADE da Área de Armação, Central de Carpintaria, Almojarifado Civil e Eletrotécnica.**

Na campanha de junho de 2020 foi observado que as plântulas se desenvolveram, obtendo uma cobertura do solo maior que 90%, na campanha de maio de 2021 verificou-se que a cobertura se manteve estável (Figura 4).

Figura 4 – Imagem aérea da área anteriormente ocupada por: Armação, Central de Carpintaria, Almojarifado Civil e Eletrotécnica. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



e) PRADE da Área de Empréstimo de Argila

Na campanha de junho de 2020 foi observado que a semeadura feita em 2019 ainda não obteve o resultado esperado. Em maio de 2021 verificou-se uma evolução significativa no desenvolvimento de gramíneas, porém solo ainda apresentava uma cobertura de gramíneas menor que 50% (Figura 5).

Figura 5 - Imagem aérea da área anteriormente de Empréstimo de Argila. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



f) PRADE da Área do Escritórios de apoio próximo a subestação (MD)

Na campanha de junho de 2020 foi constatado bom crescimento de gramíneas, mantendo-se estável na campanha de maio de 2021 (Figura 6).

Figura 6 – Imagem aérea da área próxima à casa de força e subestação. Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



g) PRADE da Área de Captação de água à jusante do barramento (MD)

Na campanha de junho de 2020 foi observado que a semeadura feita em 2019 ainda não obteve o resultado esperado. Já em maio de 2021 notou-se a germinação do banco de sementes, com o solo da área do PRADE apresentando cerca de 50% de cobertura de gramíneas (Figura 7).

Figura 7 - Imagem aérea da Área próxima à Captação de água à jusante do barramento (MD). Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



h) PRADE da Área à Jusante do Barramento

Na campanha de junho de 2020 foi observado desenvolvimento esperado para o período. Em maio de 2021 constatou-se uma falha no estabelecimento de gramíneas (Figura 8).

Figura 8 - Imagem aérea da área à jusante do barramento (área ampliada do canteiro). Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



i) PRADE da Área Acesso provisório à jusante (ME)

Em junho de 2020 foi verificado o desenvolvimento de gramíneas nos taludes cobertos com biomanta, em maio de 2021 observou-se que a biomanta se manteve estável (Figura 9).

Figura 9 - Imagem aérea da Área Acesso provisório à jusante (ME). Junho de 2020 (à esquerda) e Maio de 2021 (à direita).



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS


De acordo com as vistoria realizada em maio de 2021, em geral foi constatado o crescimento de plantas observadas em junho de 2020 e o desenvolvimento de gramíneas provenientes do banco de sementes, existente ou semeada. No entanto são recomendadas ações pontuais de replantio de áreas desnudas suscetíveis a erosão.

6. ANEXOS

ANEXO I – ART-Anotação de Responsabilidade Técnica

ANEXO I –

ART-Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/04217
CONTRATADO			
2.Nome: ROSA HELENA DA SILVA		3.Registro no CRBio: 086063/01-D	
4.CPF: 408.824.541-53	5.E-mail: rosahelena@gmail.com		6.Tel: (67)99626-4547
7.End.: MARCILIO DIAS 160		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA OLINDA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79060-240
CONTRATANTE			
13.Nome: ACARI – ACARI AMBIENTAL EIRELI			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 10.763.667/0001-08	
16.End.: RUA PADRE JOAO CRIPPA 2552			
17.Compl.:		18.Bairro: MONTE CASTELO	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79010-180	22.E-mail/Site: atendimento@acariambiental.com.br	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4 - SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. - ÁGUA CLARA (MS. - PROCESSOS EROSIVOS, - GESTÃO AMBIENTAL.			
25.Município de Realização do Trabalho: ÁGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: INDIVIDUAL		28.Perfil da equipe:	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DOS MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA AVALIAÇÃO DE CADA PROGRAMA, MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO E PRODUÇÃO DE RELATÓRIO FINAL A SER PROTOCOLADO JUNTO AO ÓRGÃO AMBIENTAL.			
32.Valor: R\$ 10.000,00	33.Total de horas: 90	34.Início: JAN/2020	35.Término: JAN/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 01/01/2020		Data:	
Assinatura do Profissional <i>R.Silva</i>		Assinatura e Carimbo do Contratante <i>Jaqueline Gama</i>	
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devolução SAÍDA junto aos arquivos desse CRBio.		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Data: 30/01/2022	Assinatura do Profissional <i>R.Silva</i>	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1868.3437.4065.4692

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br



ANEXO 08

PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO ABRANGENDO HIDROSEDIMENTOLÓGICO, BATIMÉTRICO



PROGRAMA DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS

PCH VERDE 4

Savana Geração de Energia S.A.

Água Clara - MS

Junho de 2021



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

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO.....	3
2. APRESENTAÇÃO.....	4
3. INTRODUÇÃO	4
4. OBJETIVOS	5
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
6. ÁREA DE ESTUDO.....	6
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
10. ANEXOS	16



1. IDENTIFICAÇÃO

CONTRATANTE

PCH Verde 4 – Savana Geração de Energia S.A.

Endereço: Rodovia MS 245, S/N – km 246,1, caixa postal 133, Zona Rural, Água Clara/ MS

Município: Água Clara/MS

CNPJ: 11.151.033/0001-59

CONTRATADA

Acari Sustentabilidade – Acari Ambiental Eireli EPP

Endereço: Avenida Padre João Crippa, 2552, Monte Castelo,

Campo Grande – MS CEP: 79.010-180

CNPJ: 10.763.667/0001-08

Inscrição Estadual: 28427641-3

Site: acarisustentabilidade.com.br

E-mail: atendimento@acariambiental.com.br

Tel.: (67) 3222-6201

1.1. RESPONSÁVEL TÉCNICO



Rosa Helena da Silva
Bióloga Responsável
CRBio 086063 – 1ª Região



2. APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve os resultados obtidos durante as campanhas do Programa de Controle de Processos Erosivos realizadas no mês de maio de 2021 na área de influência da PCH Verde 4, localizada no município de Água Clara, estado de Mato Grosso do Sul, em atendimento às condicionantes da Licença de Operação no 481/2018 expedida em 26/12/2018 pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL/MS).

3. INTRODUÇÃO

A erosão e a perda de solo são processos naturais e presentes na dinâmica do planeta há milhares de anos. Caracteriza-se como eventos físicos de deslocamento de matéria sólida, composta principalmente por solo, rochas e vegetação, e desencadeados pela ação de águas pluviais, mares, geleiras ou ventos (HIGHLAND *et al.*, 2008). Na maioria das vezes os processos erosivos são intensificados por alterações humanas significativas na região de ocorrência de eventos como, por exemplo, desmatamento ou práticas de cultivo inadequadas (LEINZ E AMARAL, 1982), ou ainda por reestruturação inadequada do solo.

Em empreendimentos hidrelétricos, as erosões marginais em reservatórios podem decorrer da ação direta de fatores naturais como chuva intensa e (ou) contínua, ventos sobre as margens, constantes impactos de ondas, infiltrações de água no terreno (MORAES, 2016; HIGHLAND *et al.*, 2008), bem como das atividades humanas como limpeza do terreno até as atividades de movimentação de terra para a implantação de canteiros de obras e barramento.

Tais processos resultam em danos às áreas localizadas às margens do reservatório e no carreamento de grande quantidade de sedimentos que se depositam no leito dos cursos d'água, culminando em assoreamento dos reservatórios, diminuição de seu volume e da vida útil à geração de energia (MORAES, 2016).



A compreensão da gênese do processo erosivo requer o estudo do seu entorno e monitoramento do processo, a fim de mensurar a velocidade de evolução deste. Em posse dos diversos dados, deve-se correlacioná-los para a identificação dos fatores que são contribuintes, ou atenuantes, à evolução do processo erosivo em questão.

Com visão preventiva, a PCH Verde 4 busca através do presente monitoramento detectar pontos de processos erosivos e riscos de escorregamento de taludes, a fim de manter a área do empreendimento com o solo conservado e protegido, garantindo também a qualidade da água do reservatório e a integridade das estruturas civis do empreendimento.

4. OBJETIVOS

- Identificar novas áreas com potencial para desenvolvimento de processos erosivos e/ou desestabilização de taludes;
- Localizar e identificar processos erosivos existentes;
- Monitorar as áreas identificadas quanto à estabilidade ou efetividade das ações de mitigação e/ou correção adotadas;
- Recomendar ações preventivas e mitigadoras para coibir a formação de novos focos de processos erosivos e/ou deslizamento de encostas;
- Apresentar relatórios periódicos evidenciando as ações preventivas, de mitigação e corretivas adotadas pelo empreendedor.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas visitas *in loco* com utilização de automóvel, deslocamentos a pé e por levantamento de aeronave remotamente controlada (DRONE). Os procedimentos foram:

- Vistoria da área do empreendimento como um todo com a finalidade de identificar ou localizar processos erosivos já estabelecidos ou com potencial para serem desenvolvidos;
- Vistoria das áreas detectadas anteriormente com processos erosivos iniciais;



- Entrevista com os funcionários sobre a existência de áreas sensíveis ainda não identificadas ou catalogadas;
- Levantamento de DRONE para identificar ou localizar processos erosivos já estabelecidos ou com potencial para serem desenvolvidos.

Os processos erosivos são classificados quanto ao tipo de erosão hídrica:

Erosão laminar: caracterizada pela retirada da cobertura superficial do solo, formando pequenas vias de escoamento de água.

Erosão em sulcos: caracterizada pela formação de cortes no solo ou canaletas que concentram o escoamento da água intensificando o seu desgaste. Geralmente, caracteriza o início de erosões mais graves em áreas de declividade.

Erosão em ravinas: caracterizada pelo afundamento dos sulcos formando cavidades maiores ao longo da declividade do terreno.

Voçorocas: resultante da combinação de vários tipos de erosão, formando grandes crateras que costumam atingir o lençol freático ou estruturas internas dos solos.

6. ÁREA DE ESTUDO

6.1. ACESSO

A PCH Verde 4 está implantada no Rio Verde, bacia do Rio Paraná, com suas estruturas inseridas na área rural do município de Água Clara. A casa de força encontra-se nas coordenadas 19°58'49,87"S e 53°16'19,81" W.

O acesso ao local é possível a partir de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, seguindo até Ribas do Rio Pardo via rodovia BR- 262. Partindo do município de Ribas do Rio Pardo, fazer trajeto sobre a estrada vicinal MS-357.



6.2. ÁREA DE MONITORAMENTO

Para a organização da coleta e análise dos dados foram divididos em duas principais áreas de amostragens (Figura 1), subdividindo a propriedade da PCH Verde 4 em:

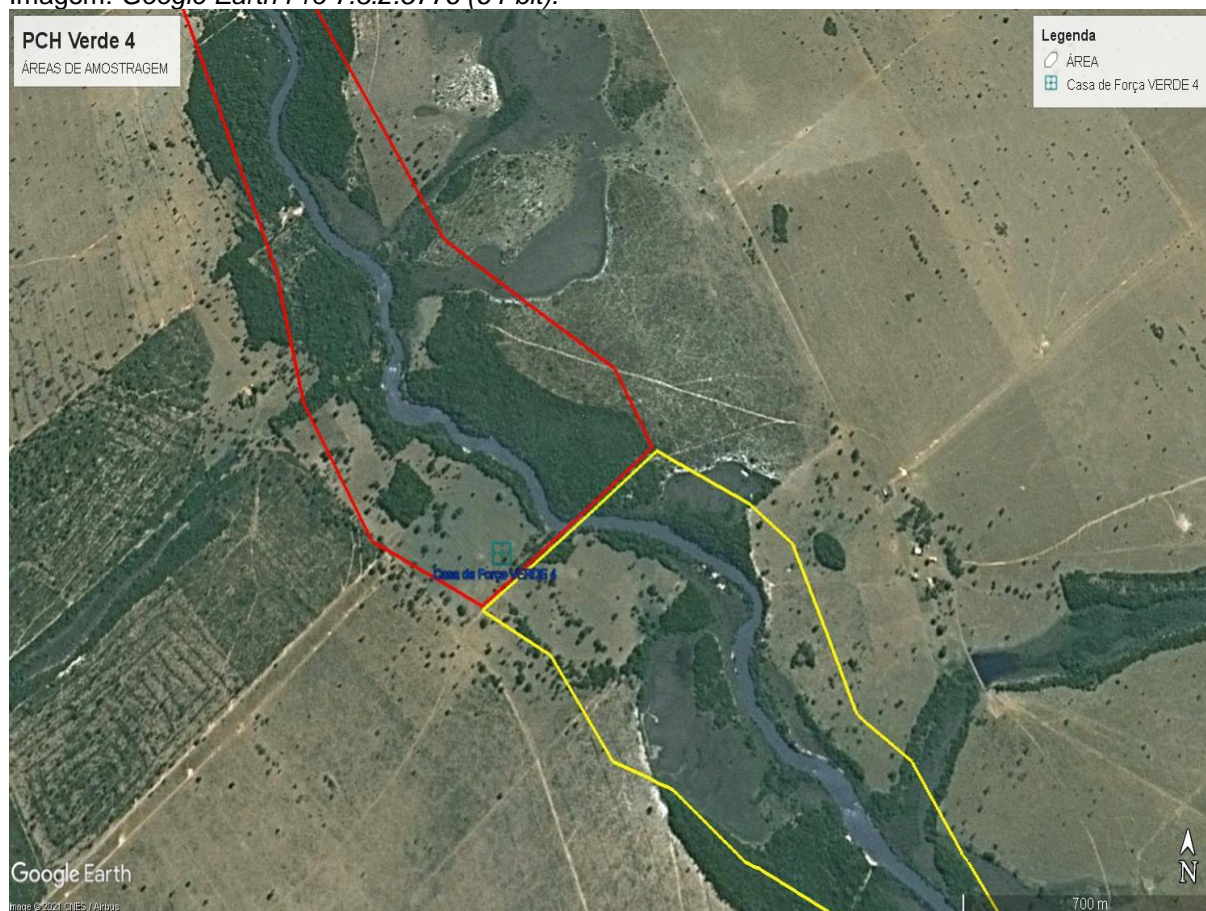
- **Área 1 – Reservatório**

A área de enchimento e armazenamento da água proveniente do rio Verde, compreende a região entre o barramento, compondo o reservatório, e a região a montante.

- **Área 2 – Jusante do barramento**

A área que compreende a região após o barramento, englobando a casa de força e todo o perímetro interno da usina.

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de monitoramento do Programa de Controle de Focos de Processos Erosivos e Escorregamento de Encostas na área da PCH Verde 4, Água Clara/MS. **Polígono Vermelho:** Área 1 – Reservatório; **Polígono Amarelo:** Área 2 – Jusante do barramento. Imagem: *Google Earth Pro 7.3.2.5776 (64-bit)*.



A PCH Verde 4 está situada no domínio do Bioma Cerrado nas fitofisionomias de Savana arborizada (Cerrado típico), Savana Florestada (Cerradão), além de áreas em regeneração com formação de Savana Gramíneo-lenhosa (Cerrado de campo sujo). As áreas adjacentes, incluindo a extensão da linha de transmissão predominam ambientes alterados como agricultura e pastagens cultivadas para criação extensiva de gado.

No empreendimento encontra-se a predominância de solos do tipo Plintossolos ou Lateritas Hidromórficas, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho Distrófico, Neossolo Quartzarênicos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

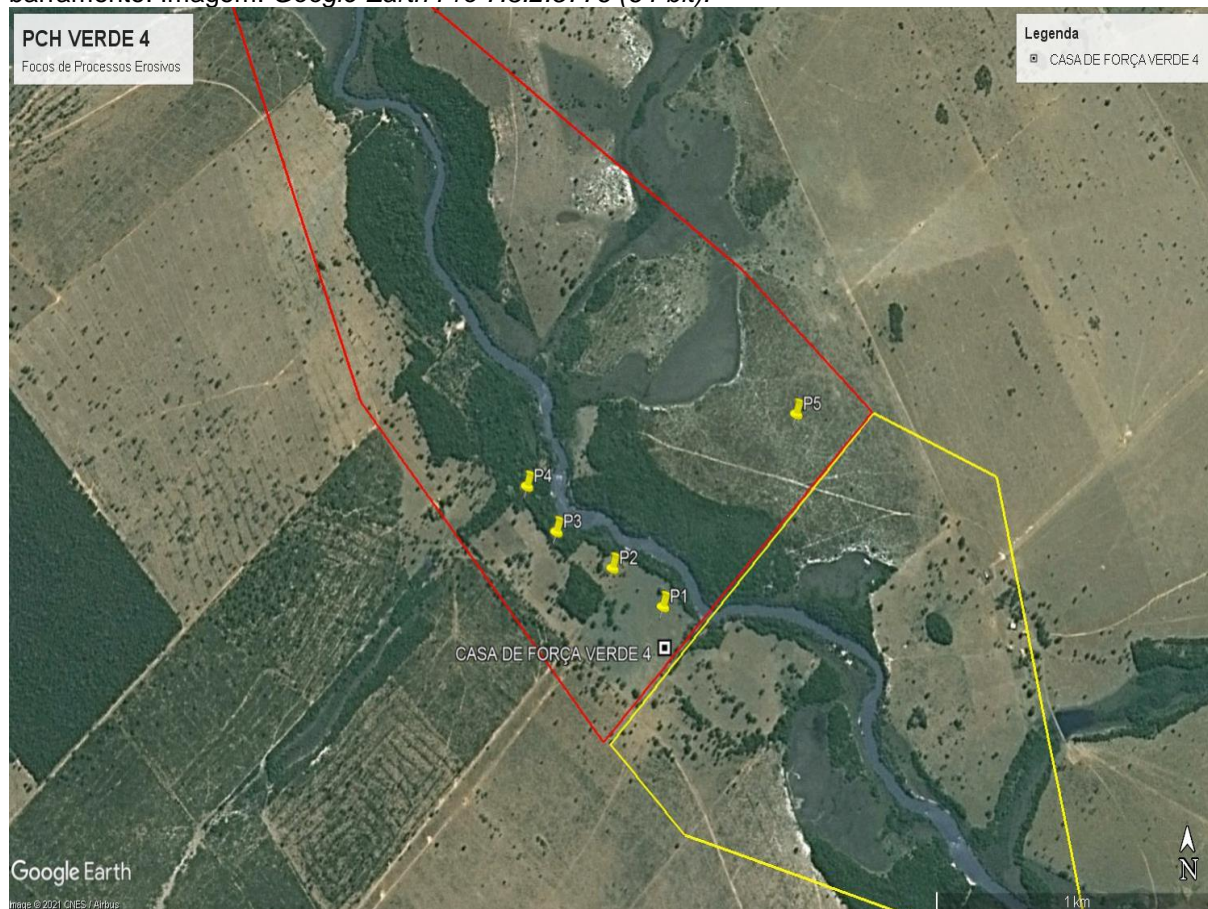
Durante a campanha de maio de 2021 foram realizados os levantamentos dos pontos de focos erosivos, indicando as áreas para novas intervenções visando a recuperação.

Nas campanhas de 2020 e primeiro semestre de 2021 foram registrados cinco focos de processos erosivos (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1 - Síntese dos processos erosivos registrados. Campanha de maio de 2021.

Pontos	Situação	Área	Localização	Mitigação
			Lat./Long.	
1	Erosão laminar	1	19°58'46,57"S / 53°16'20,72"O	Intervenção Leve
2	Erosão laminar	1	19°58'43,79"S / 53°16'27,04"O	Intervenção Leve
3	Erosão laminar	1	19°58'39,97"S / 53°16'33,79"O	Intervenção Leve
4	Erosão laminar	1	19°58'35,01"S / 53°16'37,37"O	Intervenção Leve
5	Erosão laminar	1	19°58'25,00"S / 53°16'01,00"O	Intervenção Leve

Figura 2 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento do Programa de Controle de Focos de Processos Erosivos e Escorregamento de Encostas na área da PCH Verde 4, município de Água Clara/MS. **Polígono Vermelho:** Área 1 – Reservatório; **Polígono Amarelo:** Área 2 – Jusante do barramento. Imagem: *Google Earth Pro 7.3.2.5776 (64-bit)*.

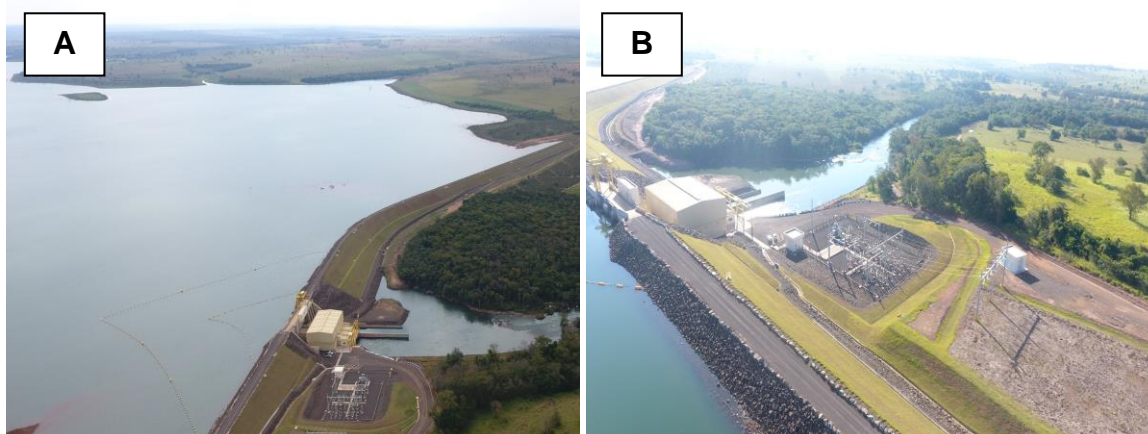


7.1. ÁREA 1 – RESERVATÓRIO

Após as campanhas de 2020 e do primeiro semestre de 2021, consta-se o registro na área 1 de cinco pontos com processo erosivo, compondo quatro focos na margem direita do reservatório e um na margem esquerda, em comparação ao fluxo da água.

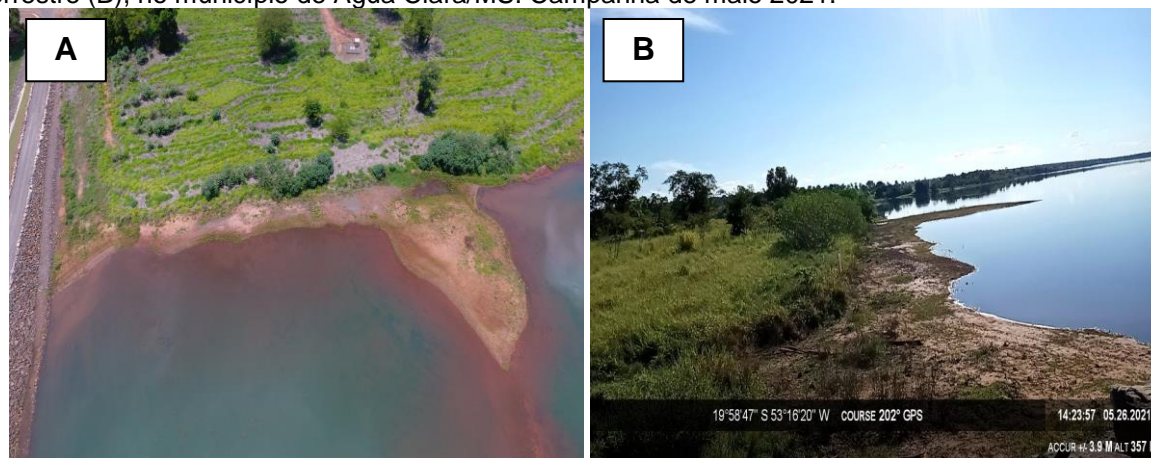
Fator importante a ser registrado associado ao volume do reservatório, uma vez que, mostra-se variável, decorrentes de chuvas sazonais e controle das comportas, que por sua vez modifica o volume do reservatório, evidenciando bancos de areias proeminentes na área, em especial durante o período mais seco, em maio de 2021 (Figura 3).

Figura 3 – Área 1 - Reservatório (A) e Área 2 – Jusante do Barramento (B), compondo a casa de força da PCH Verde 4. Campanha de maio de 2021.



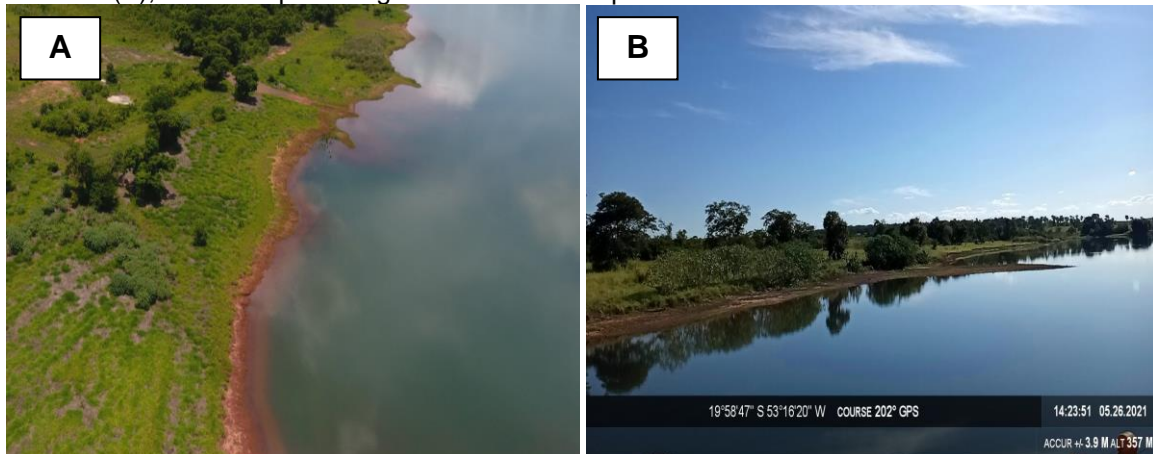
Ponto 1: Erosão laminar presente na margem direita, caracterizando pouca presença de sulcos, porém ausência da cobertura superficial do solo (Figura 4).

Figura 4 – Ponto 1: Erosão laminar na margem, área 1 da PCH Verde 4. Registro aéreo (A) e registro terrestre (B), no município de Água Clara/MS. Campanha de maio 2021.



Ponto 2: Erosão laminar presente na margem direita, caracterizando pouca presença de sulcos, porém ausência da cobertura superficial do solo (Figura 5).

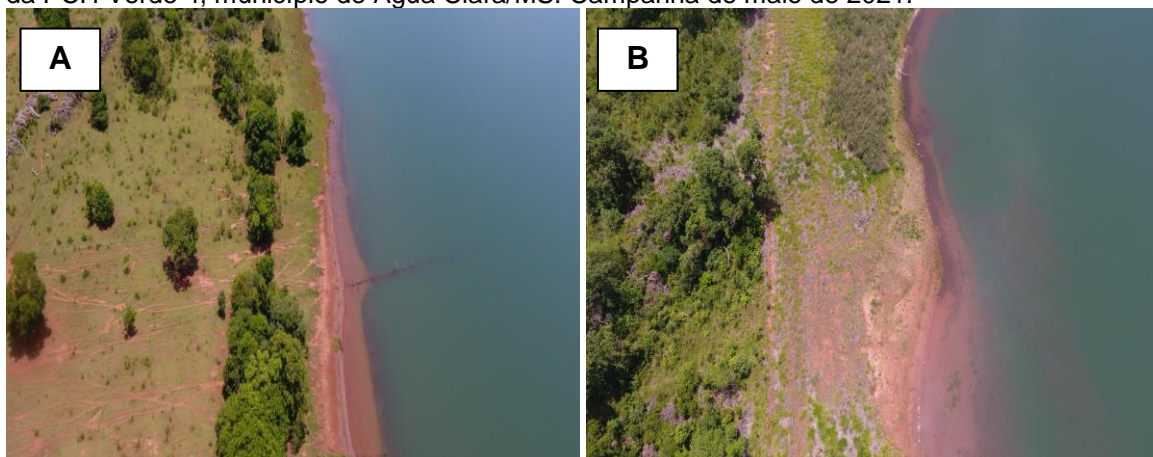
Figura 5 – Ponto 2: Erosão laminar na margem, área 1 da PCH Verde 4. Registro aéreo (A) e registro terrestre (B), no município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



Ponto 3: Erosão laminar presente na margem direita, caracterizando pouca presença de sulcos, porém ausência da cobertura superficial do solo e marcas de escoamento de água (Figura 6A).

Ponto 4: Erosão laminar presente na margem direita, caracterizando pouca presença de sulcos, porém ausência da cobertura superficial do solo e marcas de escoamento de água (Figura 6B).

Figura 6 – Ponto 3 (A) e Ponto 4 (B) com focos de erosão laminar na margem do reservatório, área 1 da PCH Verde 4, município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



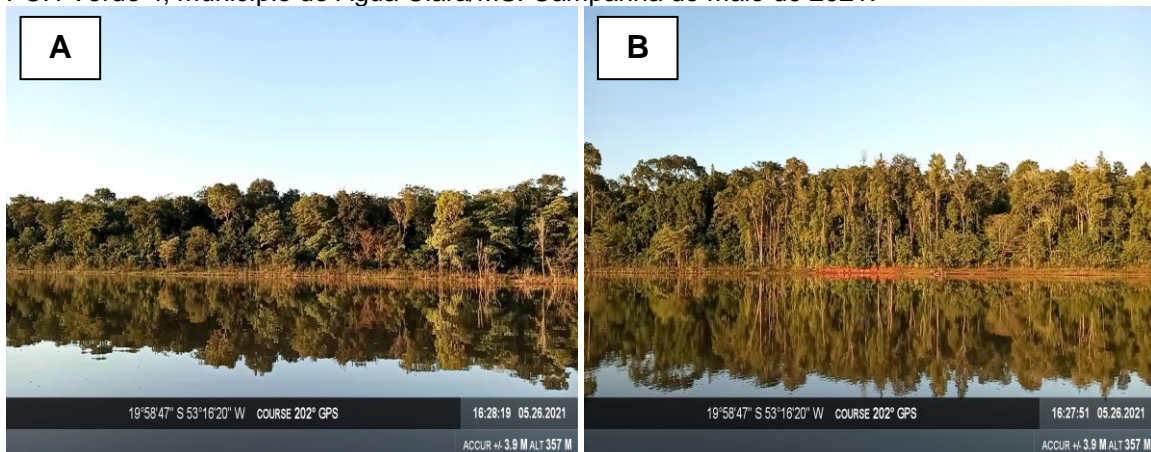
Ponto 5: Erosão laminar presente na margem esquerda do reservatório, caracterizando ausência da cobertura superficial do solo e marcas de escoamento de água (Figura 7).

Figura 7 – Ponto 5: Erosão laminar na margem esquerda do reservatório, área 1 da PCH Verde 4, município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



As demais localidades vistoriadas no trajeto da área 1, margeando o reservatório e compondo a montante do barramento, mostraram-se em conformidade ambiental, apresentando vegetação ripária, reduzindo assim locais com focos de processos erosivos e sedimentação do solo no corpo d'água (Figura 8).

Figura 8 – Presença de vegetação ripária nas margens (A – direita e B – esquerda) da área 1 da PCH Verde 4, município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



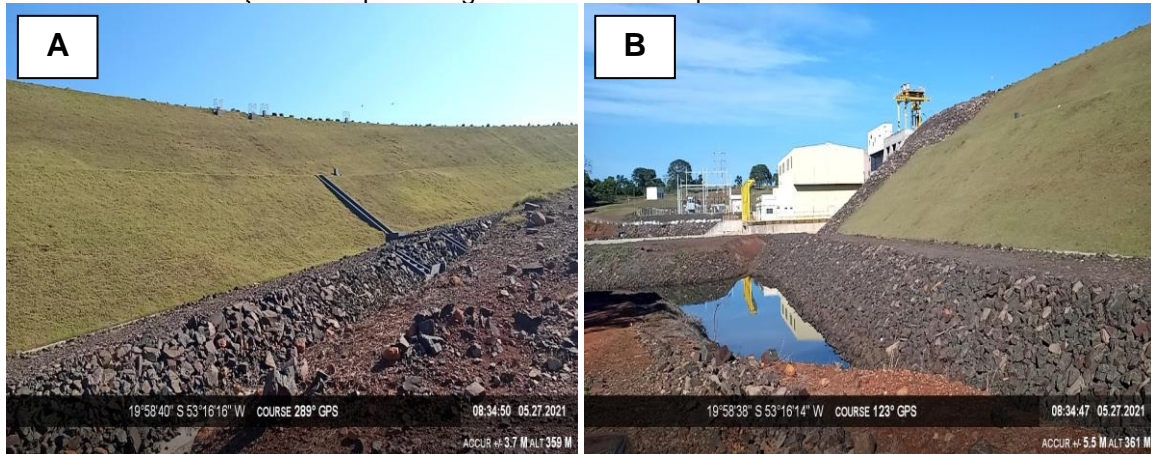
7.2. ÁREA 2 – JUSANTE DO BARRAMENTO

Na área 2 não foram registrados pontos de processos erosivos. A área compõe os locais internos da usina a jusante do barramento, os locais possuem manutenção adequada das estradas de acesso e taludes em estado apropriado, contendo área de contenção gramada e cascalhada (Figura 9 e 10).

Figura 9 – Estradas de acesso interno da PCH Verde 4: (A) acesso a casa de força; (B) acesso a margem esquerda da jusante; (C) acesso ao barramento; (D) acesso a guarita e portão. Município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



Figura 10 – Talude de contenção da PCH Verde 4: (A) porção posterior à casa de força; (B) porção frontal a casa de força. Município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



Foi observado nas estradas de acesso e taludes, medidas mitigadoras como canaletas de escoamento e curvas de nível, de forma a facilitar o escoamento de água e evitar infiltrações ou formação de focos de erosão (Figura 11).

Figura 11 – Caneletas de escoamento da PCH Verde 4 (A, B e C); Curvas de nível nas estradas de acesso interno (D – destaque em vermelho). Município de Água Clara/MS. Campanha de maio de 2021.



7.3. CAUSAS PROVÁVEIS PARA A DESESTABILIZAÇÃO DO SOLO

As causas mais prováveis para a desestabilização do solo nos pontos avaliados são:

- I) área com baixa proporção ou ausência de cobertura vegetal sobre o solo;
- II) solo com pouca profundidade efetiva;
- III) descidas d'água.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da vistoria realizada no mês de maio de 2021, foi observado que medidas corretivas e preventivas foram adotadas pelo empreendedor, tais como: manutenção das canaletas para drenagem pluvial, preservação e isolamento das APP's e cascalhamento das estradas e acessos internos.

No entanto, recomenda-se intervenções de caráter leve, como uso de maquinário para aterramento e correção dos desníveis presentes, assim como a manutenção do plantio na margem do reservatório (área 1, ponto 1).

Nas margens, recomenda-se a manutenção e a revegetação das áreas desnudas para evitar o aparecimento e aumento de focos erosivos, principalmente nos períodos chuvosos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HIGHLAND, L.M., AND BOBROWSKY, PETER. 2008. The landslide handbook – A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129p.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau do. Geologia geral. [S.l: s.n.], 1982.

MORAIS, L. F.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T. M.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E.; WEBER, O. L.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, n.3, p.339-344.


10. ANEXOS

ANEXO 01 – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART



ANEXO 01 – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART



Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/04217
CONTRATADO			
2.Nome: ROSA HELENA DA SILVA		3.Registro no CRBio: 086063/01-D	
4.CPF: 408.824.541-53	5.E-mail: rosahellenna@gmail.com		6.Tel: (67)99626-4547
7.End.: MARCILIO DIAS 160		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA OLINDA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79060-240
CONTRATANTE			
13.Nome: ACARI – ACARI AMBIENTAL EIRELI			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 10.763.667/0001-08	
16.End.: RUA PADRE JOAO CRIPPA 2552			
17.Compl.:		18.Bairro: MONTE CASTELO	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79010-180	22.E-mail/Site: atendimento@acariambiental.com.br	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4 - SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A., ÁGUA CLARA /MS. - PROCESSOS EROSIVOS, - GESTÃO AMBIENTAL.			
25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: INDIVIDUAL		28.Perfil da equipe:	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DOS MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA AVALIAÇÃO DE CADA PROGRAMA, MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO E PRODUÇÃO DE RELATÓRIO FINAL A SER PROTOCOLADO JUNTO AO ÓRGÃO AMBIENTAL.			
32.Valor: R\$ 10.000,00		33.Total de horas: 90	34.Início: JAN/2020
35.Término: JAN/2022			
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:01/01/2020	Data:		
Assinatura do Profissional <i>RSilva</i>	Assinatura e Carimbo do Contratante <i>Jaqueline Gama</i>		
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:30/01/2022	Assinatura do Profissional <i>RSilva</i>		Data: / / Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1868.3437.4065.4692

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio01.org.br



**Savana Geração de
Energia S.A.**

SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO
HIDROSEDIMENTOLÓGICO**

PCH Verde 4

Período de Janeiro a Junho de 2021

Execução: OVERTECH Soluções Tecnológicas

Responsável:

Edgar Posser Junior (Eng. Agrícola – CREA-PR 136690/D)

Cascavel - Paraná

Julho de 2021

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. DADOS DAS ESTAÇÕES.....	4
3. LINÍMETRIA	6
4. Dados Pluviométricos	8
5. FLUVIOMETRIA E SEDIMENTOMETRIA	12
5.1. PCH Verde 4 Jusante.....	14
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	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 11.151.033/0001-59, pertencente ao grupo Elera Renováveis.

O relatório a seguir tem por finalidade apresentar os dados obtidos no primeiro semestre de 2021 e consistidos pelos serviços de monitoramento executados pela contratada, OVERTECH SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS, à ELERA RENOVÁVEIS, referente ao empreendimento PCH Verde 4 constituído pelas estações PCH Verde 4 Jusante e PCH Verde 4 Barramento em atendimento à condicionante específica nº 3 da licença de operação nº 481/2018 emitido pelo Inmasul.

Os parâmetros de natureza hidrossedimentométrica aqui avaliados foram coletados tanto por meio de estações telemétricas (dados pluviométricos e linimétricos), quanto pela visita do corpo técnico (fluviometria e sedimentometria). A pedido da contratante, este relatório terão uma periodicidade semestral. Desse modo esse relatório abrange os meses de janeiro a junho.

O quantitativo das estações que compõem a rede de monitoramento da PCH Verde 4, bem como sua nomenclatura e codificação, foram aprovados pela ANA, conforme descritos no Parecer Técnico nº 507/2017/SGH (Documento nº062284/2017), enviado juntamente com o Ofício nº 108/2019/SGH (Documento nº02500/17).

2. DADOS DAS ESTAÇÕES

A rede hidrométrica implantada para atendimento da Resolução Conjunta encontra-se detalhada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde são apresentadas as principais características e serviços executados em cada posto. Cabe ressaltar que todas as estações se encontram na bacia 6 (Rio Paraná), sub bacia 63 (Rio Paraná e outros), sendo as mesmas de responsabilidade *Savana Geração de Energia S.A.*

Tabela 1.1 - Listagem das Estações Vinculadas à Rede de Monitoramento da PCH Verde 4.

Código Flu/Plu	Estação	Tipo	Coordenadas	Bacia/Sub-Bacia	Início da Operação	Meses de Operação
63250910	PCH Verde 4 Barramento	FTQ	19°58'44.60"S 53°16'20.30"O	6/63	08/2018	Abril, Julho, Agosto e Outubro
63250950	PCH Verde 4 Jusante	FDST	19°58'46.80"S 53°16'10.00"O	6/63	01/2018	
01953011	PCH Verde 4 Jusante	PT	19°58'46.80"S 53°16'10.00"O	6/63	01/2018	

F=Escala, D=Descarga Líquida, S=Sedimento, Q=Qualidade da água, P=Pluviômetro, T=Telemétrica

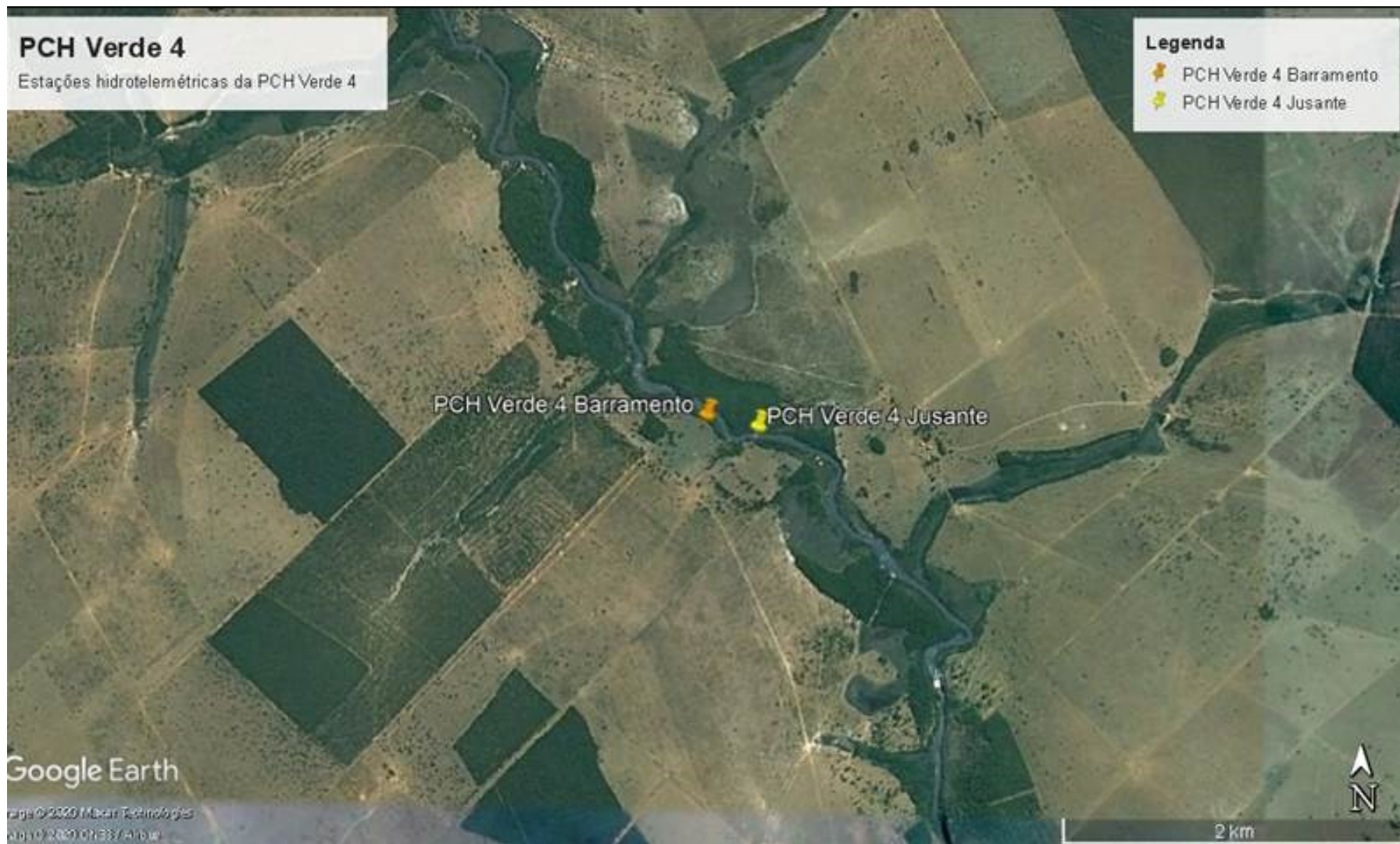


Figura 1 - Localização da PCH Verde 4.

3. LINÍMETRIA

A consistência das séries de cotas foi iniciada através da análise dos cotogramas (cotas médias diárias) resultantes da telemetria e das leituras observadas durante as manutenções das estações e medições de vazão.

Já nessa fase inicial foi observado que os registros linimétricos brutos, anteriores às readequações telemétricas, apresentavam uma grande divergência entre os valores obtidos automaticamente e aqueles lidos durante as medições de vazão. Após avaliação dos documentos fornecidos pela contratante, foi observado que os valores de nível brutos não apresentavam a correção do Offset do sensor para o período de janeiro a abril de 2020. Desse modo, foram utilizados os *Retrieves* da PCD para completar o período com falhas.

Realizada a pré-consciência, gráficos comparativos entre as estações possibilitaram identificar inconsistências nas variações linimétricas com as condições gerais da região.

A estação telemétrica PCH Verde 4 Jusante apresentou dados coerentes durante todo o ano. Na estação telemétrica PCH Verde 4 Barramento foi possível o aproveitamento majoritário dos dados linimétricos.

Mesmo aplicando-se as correções sugeridas de offset é possível perceber uma certa divergência nos comportamentos linimétricos entre os dados posteriores e anteriores a readequação.

Na maioria das avaliações fluviométricas, após removidos registros linimétricos absurdos são geradas as vazões médias diárias a partir das cotas médias consistidas, de modo a possibilitar uma avaliação volumétrica das estações. Contudo, como não existem medições suficientes para o traçado de uma curva chave, não foi possível realizar tal avaliação. Assim sendo, até que as relações de cota X vazão das estações não sejam estabelecidas, não será possível realizar o traçado de curvas de permanência.

Como a maioria das leituras observadas durante as visitas de campo coincidem com os registros automáticos, não é possível ter uma posição clara sobre a validade desses dados. Espera-se que, com a definição da curva de descarga no futuro, seja possível validá-los definitivamente. Para o momento os mesmos serão mantidos como consistidos.

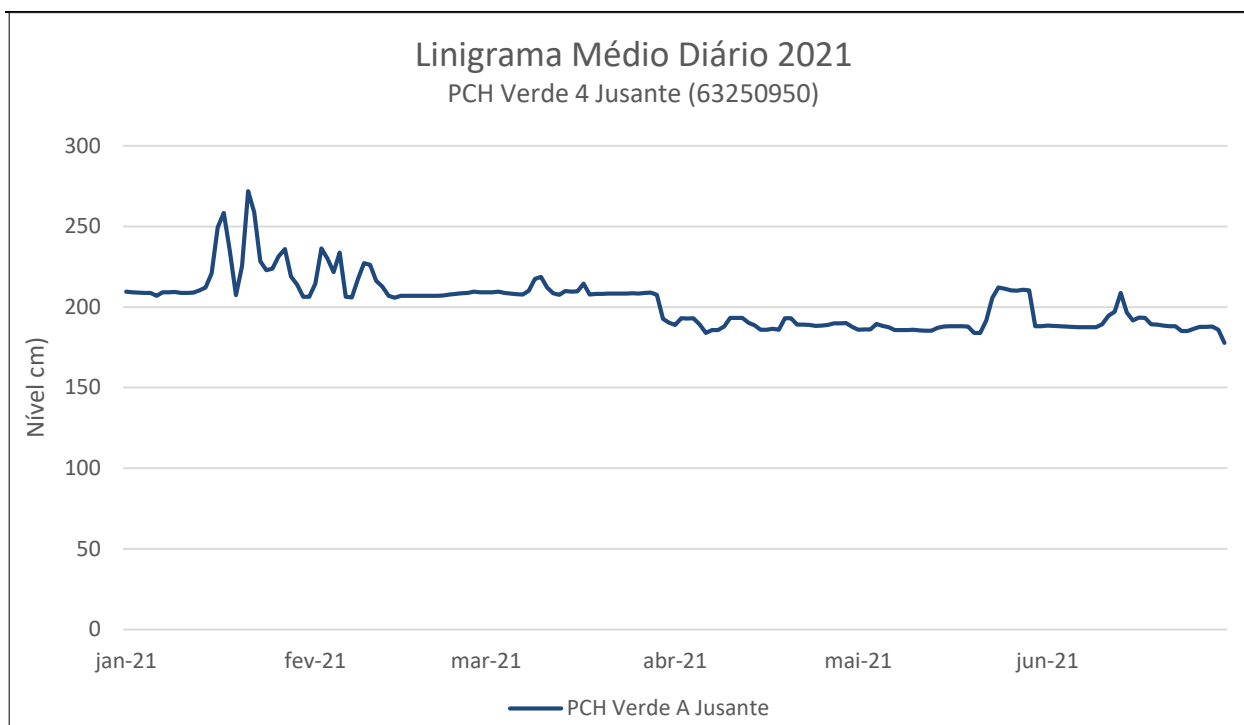


Figura 2.1 - Linigrama médio diário da estação Verde 4 Jusante no primeiro semestre de 2021.

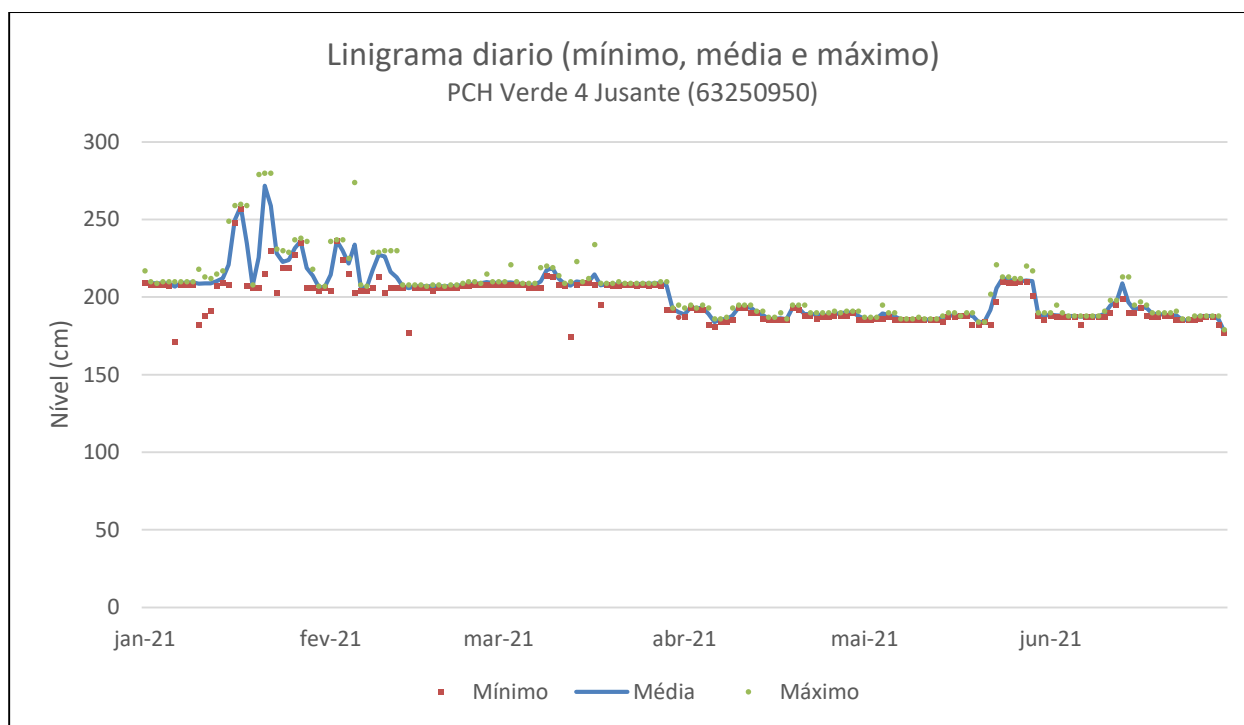


Figura 2.2 - Linigrama médio, mínimo e máximo diário da estação de Verde 4 Jusante no primeiro semestre de 2021.

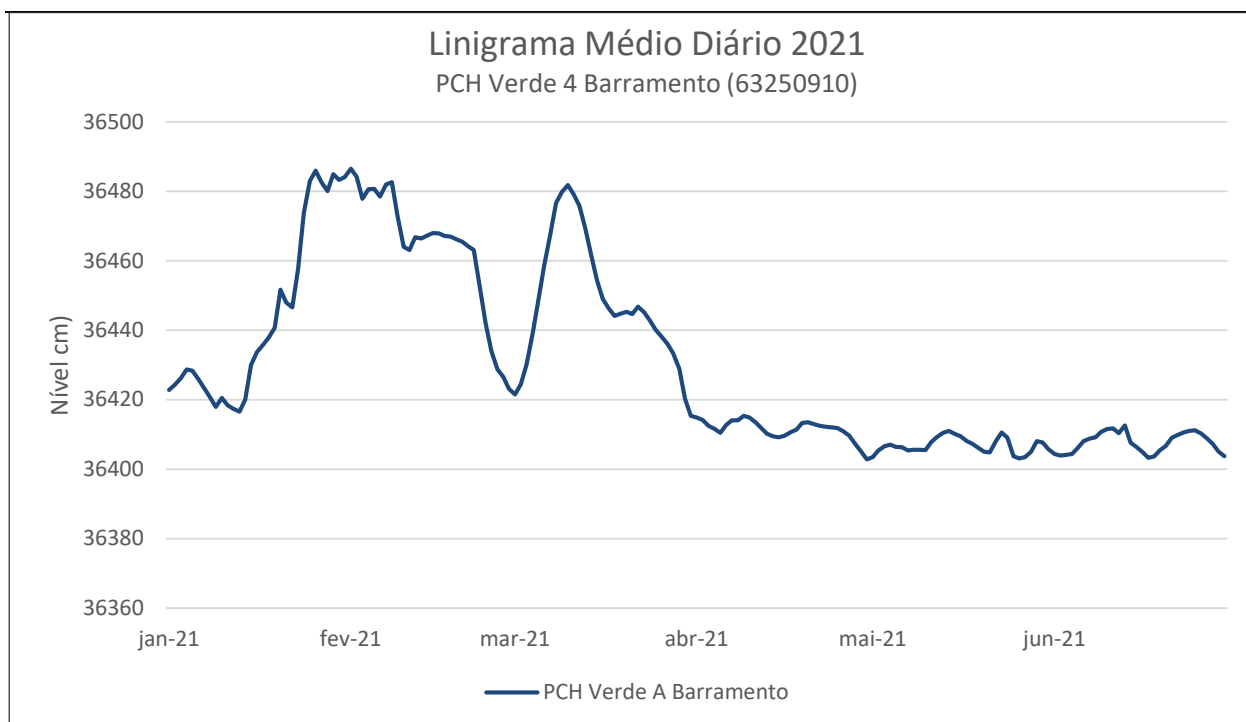


Figura 2.3 - Linigrama médio diário da estação Verde 4 Barramento no primeiro semestre de 2021.

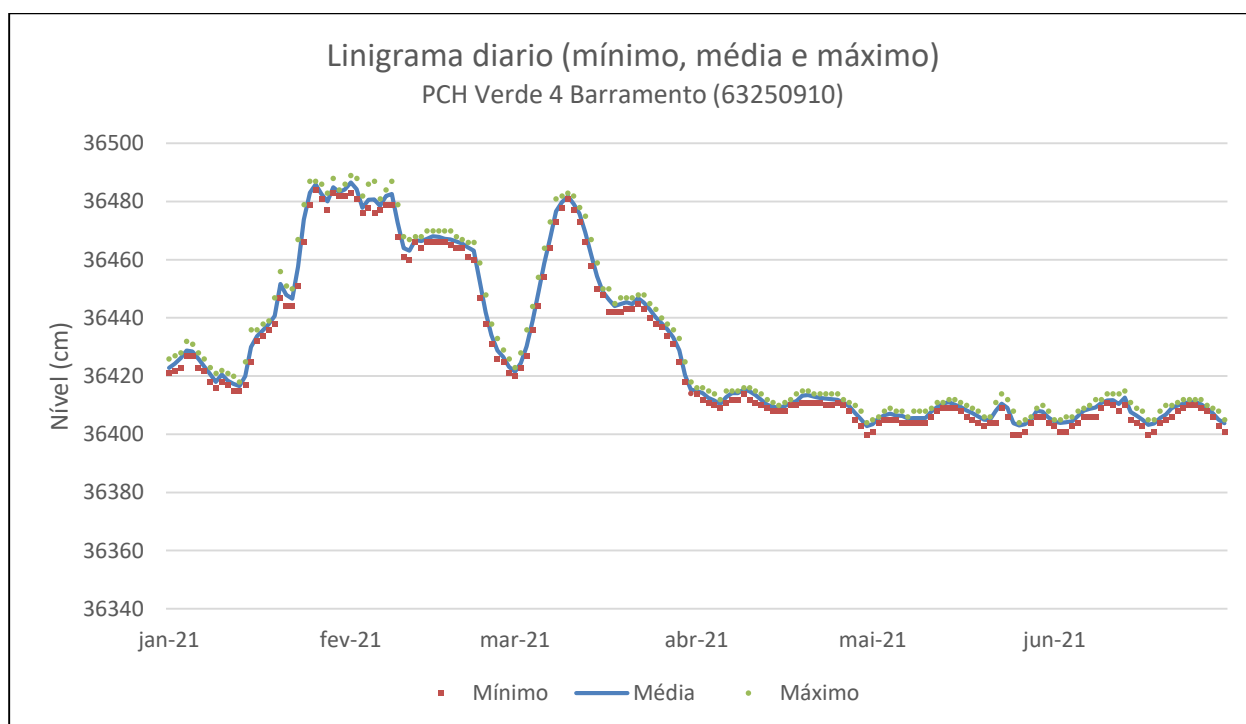


Figura 2.4 - Linigrama médio, mínimo e máximo diário da estação de Verde 4 Barramento no primeiro semestre 2021.

4. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

As análises dos dados pluviométricos da estação PCH Verde 4 foram inicialmente realizadas a partir de correções de erros grosseiros observados nos totais horários.

Precipitações muito elevadas foram submetidas a uma análise mais detalhada, levando-se em conta a coerência do comportamento do evento pelos registros de horários. Terminado esse filtro inicial, foram gerados os totais mensais a partir dos totais diários e seus resultados brutos consistidos pelo Método de Dupla Massa (TUCCI, 2001) no programa Microsoft Excel®.

Para a avaliação pluviométrica também foram utilizadas outras estações auxiliares próximas, sendo elas listadas na Tabela 2.1, todas circunvizinhas à PCH Verde 4.

Uma vez identificadas as estações compatíveis à análise idealizada, os dados foram processados e avaliados no programa Microsoft Excel®.

Pôde-se observar que os registros pluviométricos de todas as estações do empreendimento PCH Verde 4 apresentaram valores relativamente coerentes entre si, porém, completamente incompatíveis com a média regional de 2021, e sem nenhuma linearidade.

Apesar da avaliação pluviométrica deste relatório ser referente ao ano de 2021, foram resgatados também os dados existentes do ano de 2018, buscando desse modo ilustrar o comportamento das estações anterior à readequação. Nota-se o mesmo padrão de precipitação exageradamente deslocada da média regional, mesmo empregando-se estações de apoio mais próximas que possuem registros em 2021.

Desse modo, como todos os registros anteriores à readequação aparentam estar completamente falhos, somente a partir do ano de 2018 as estações telemétricas começaram a coletar dados pluviométricos confiáveis, sendo assim para o próximo relatório de consistência pluviométrica será possível o preenchimento dos meses anteriores e o desenvolvimento da dupla massa.

Na Figura 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 média regional das estações de apoio.

Tabela 2.2 - Estações Empregadas na Consistência Pluviométrica

Origem	Nome	Código	VR
Elera	PCH VERDE 4 JUSANTE	01953011	P
Elera	PCH VERDE 4A JUSANTE	01953007	AC
Elera	PCH VERDE 4A MONTANTE 1	01953008	AC
Elera	PCH VERDE 4A MONTANTE 2	01953009	AC
Elera	PCH VERDE 4A RIBEIRÃO SALGADO	01953010	AC
Hidroweb	RIBAS DO RIO PARDO	02053000	AC
Hidroweb	ALTO RIO VERDE	01953000	AC

AC = Auxiliar Complementar, P = Principal.

Para este presente ano, apresenta-se a curva de dupla massa atualizada para análise de consistência pluviométrica, porém ressalta-se a escassez de dados de chuva das estações de apoio de leituristas, então mostra-se nas Figuras 3.3 a consistência dos anos anteriores até o final de 2020, mesmo com uma pequena quantidade de dados disponíveis no Hidroweb para estações de apoio, para o ano de 2020.

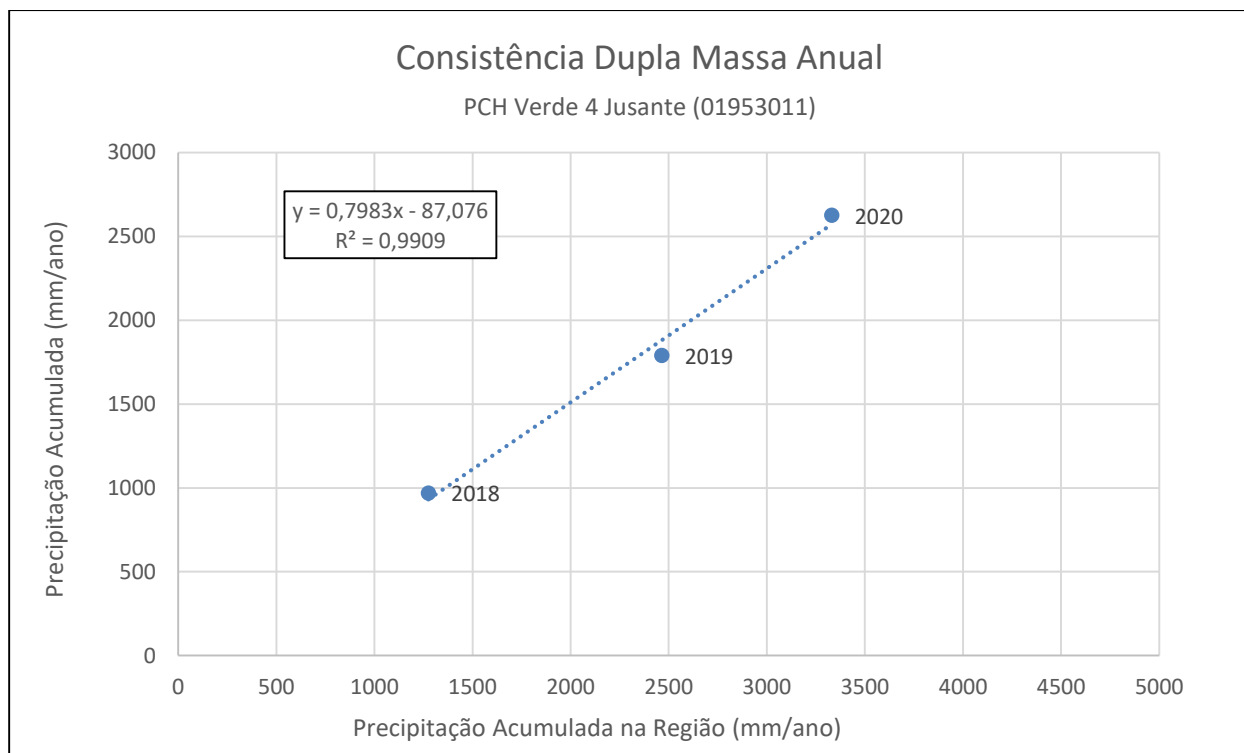


Figura 3.3 – Consistência dos totais anuais acumulados dos anos de 2018, 2019 e 2020.

5. FLUVIOMETRIA E SEDIMENTOMETRIA

As informações sobre as características fluviométricas e sedimentométricas das estações foram levantadas nas respectivas seções transversais em visitas realizadas pelo corpo técnico de hidrometristas da *Overtech*. As medições de vazão foram obtidas por meio de molinetes hidrométricos, utilizando o método da Seção Média de medição ou através do emprego de medidores acústicos (ADCP). Os traçados das curvas de descarga apresentam a relação entre cota e vazão observada durante as medições.

Através das curvas de descarga, e suas respectivas equações, foram calculadas as vazões para os respectivos registros limimétricos obtidos remotamente.

As coletas dos sedimentos em suspensão foram realizadas através da integração da vertical, proporcionando as características sedimentométricas observadas àquela vazão. Para o cálculo da descarga sólida total utilizou-se o método de Colby, amplamente empregado no Brasil.

Na Tabela 3 abaixo está a classificação da produção de sedimentos de uma estação, recomendada pelo *Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios* do ano de 2000, da ANEEL. Os resultados obtidos na avaliação serão comparados com a classificação sugerida.

Tabela 2 – Valores de produção de sedimentos aceitáveis.

Tolerância	Produção de sedimentos
	(ton/km ² .ano)
Alta	> 175
Moderada	70 a 175
Baixa	< 70

Para esse ano estavam programadas quatro campanhas hidrométricas a serem realizadas no posto fluviométrico, com 1 medições em Verde 4 Jusante. A medição foi realizada no mês de abril.

Na Figura 4 são apresentadas algumas fotos obtidas durante a medição realizada em abril.

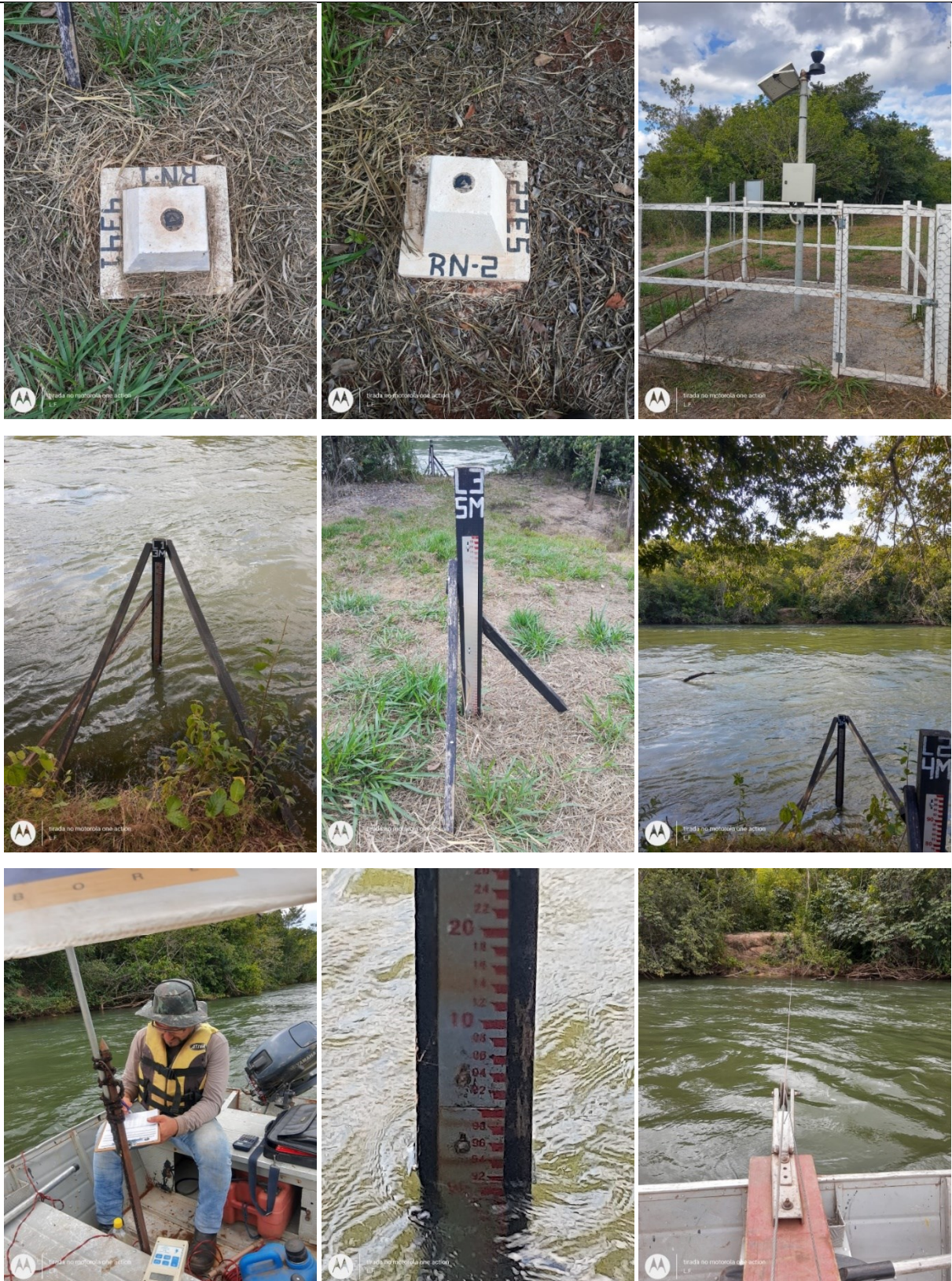


Figura 4 – Imagens obtidas ao longo das campanhas realizadas em abril de 2021 na PCH Verde 4 Jusante.

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:

$$Q = 26,9698 (H - 0,32)^{1,725} \quad \text{Para } 1,0 \text{ m} \leq H < 3,5 \text{ m}$$

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 equação geral apresenta um problema no expoente angular que multiplica a vazão, por ser um número muito pequeno (6^{-07}), gera resultados incoerentes. A tendência mais representativa a regressão deu-se por uma equação linear, e que possui um bom ajuste, apresentada pela seguinte equação:

$$DST^* = 22,314Q - 1334,5$$

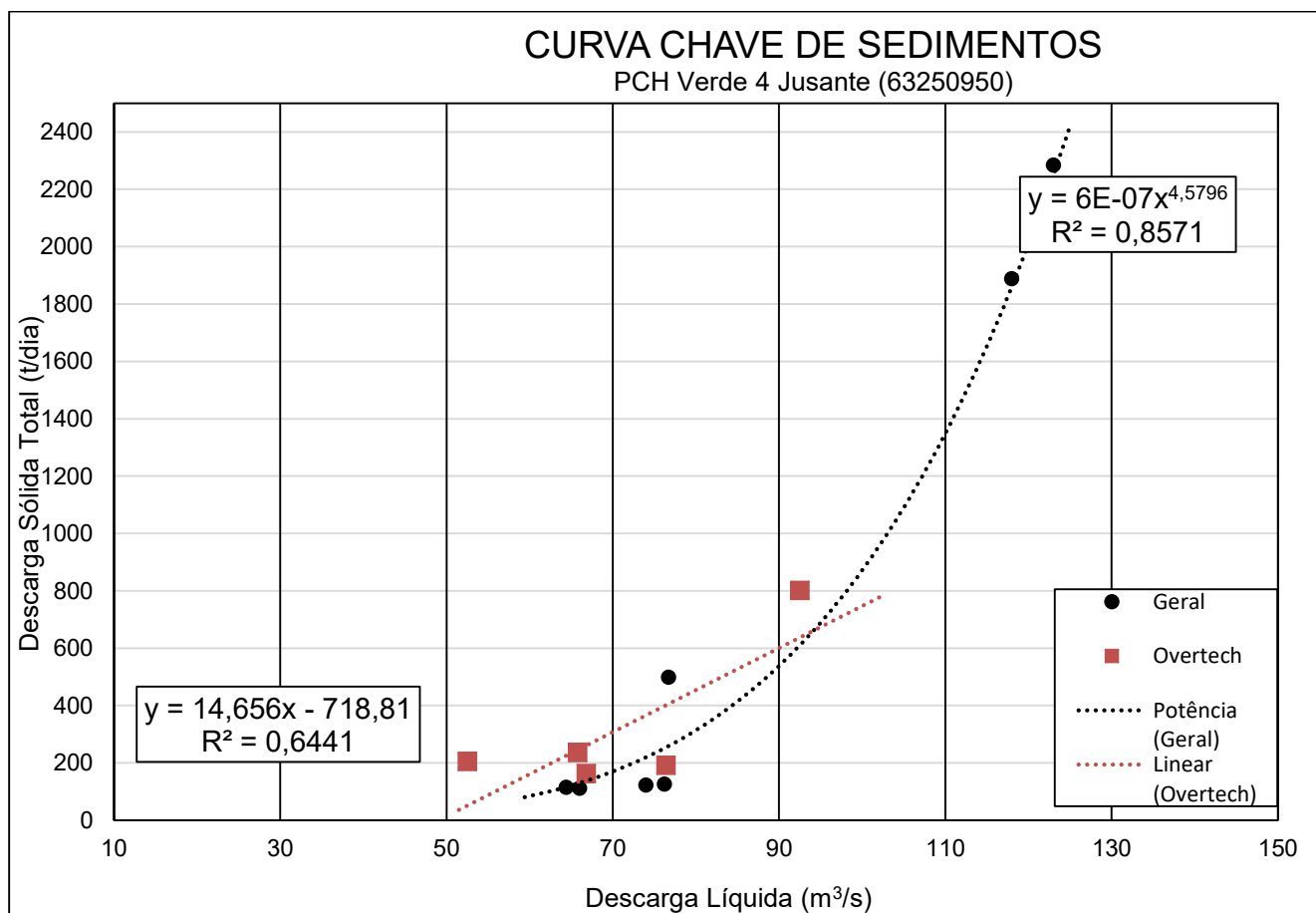


Figura 5 – Curva Chave de Sedimentos com grande dispersão – Verde 4 Jusante.

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.

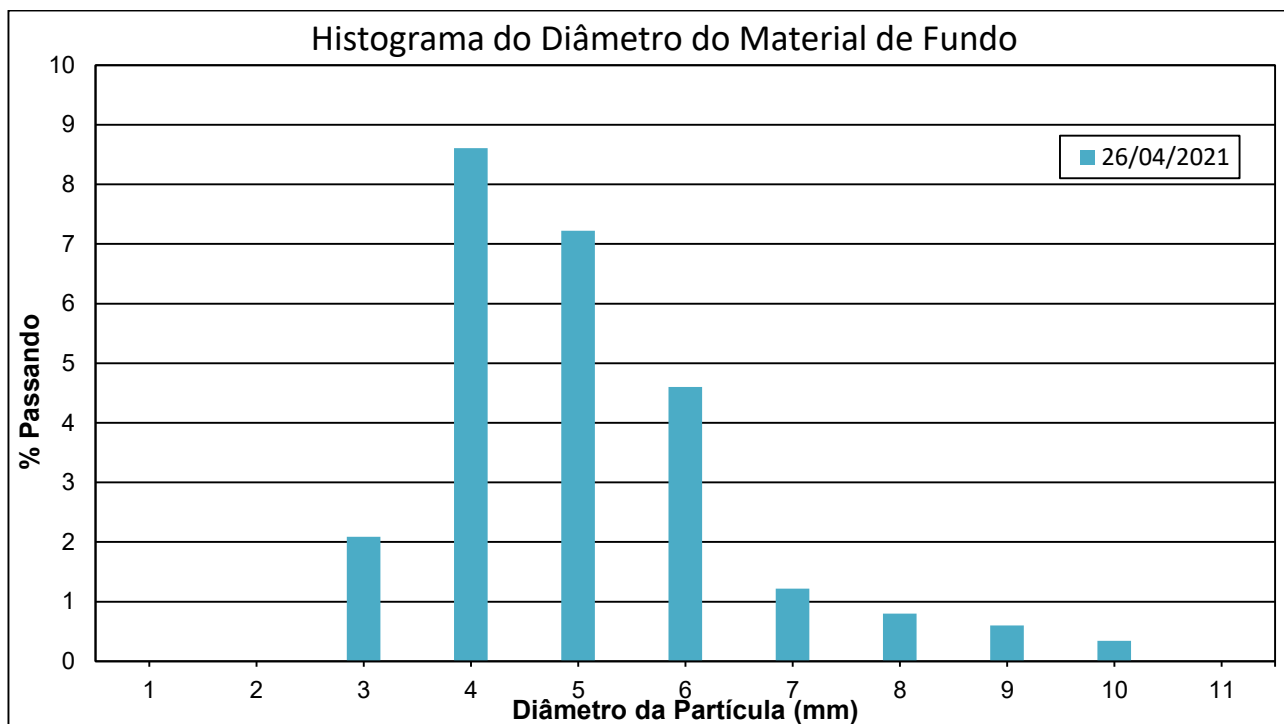


Figura 6 – Histograma do diâmetro do material coletado de fundo na SM – Verde 4 Jusante.

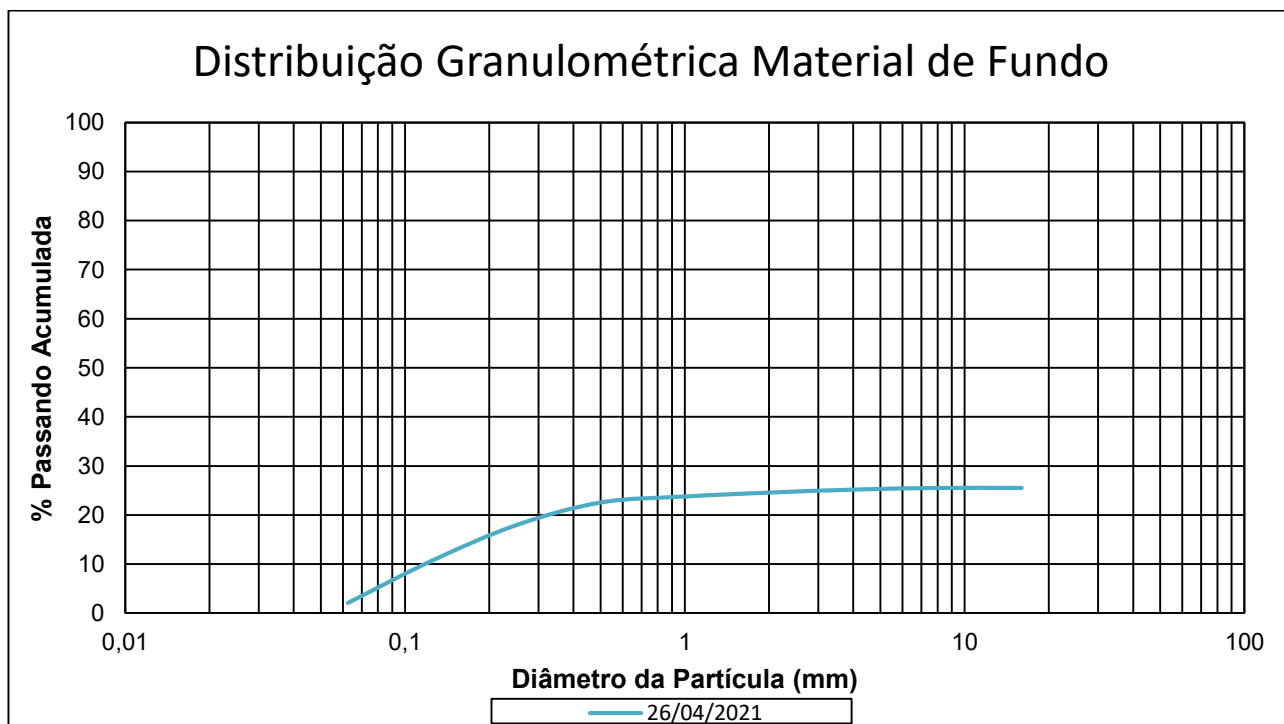


Figura 7 – Distribuição granulométrica do material de fundo coletado – Verde 4 Jusante.

A Figura 8 apresenta as vazões médias da estação Verde 4 Jusante durante os meses do ano de 2021, geradas através da curva chave definida para essa estação, no qual tiveram dados mais significativamente representativos com a real condição do local, atestando uma boa consistência dos valores estimados pela equação da curva chave.

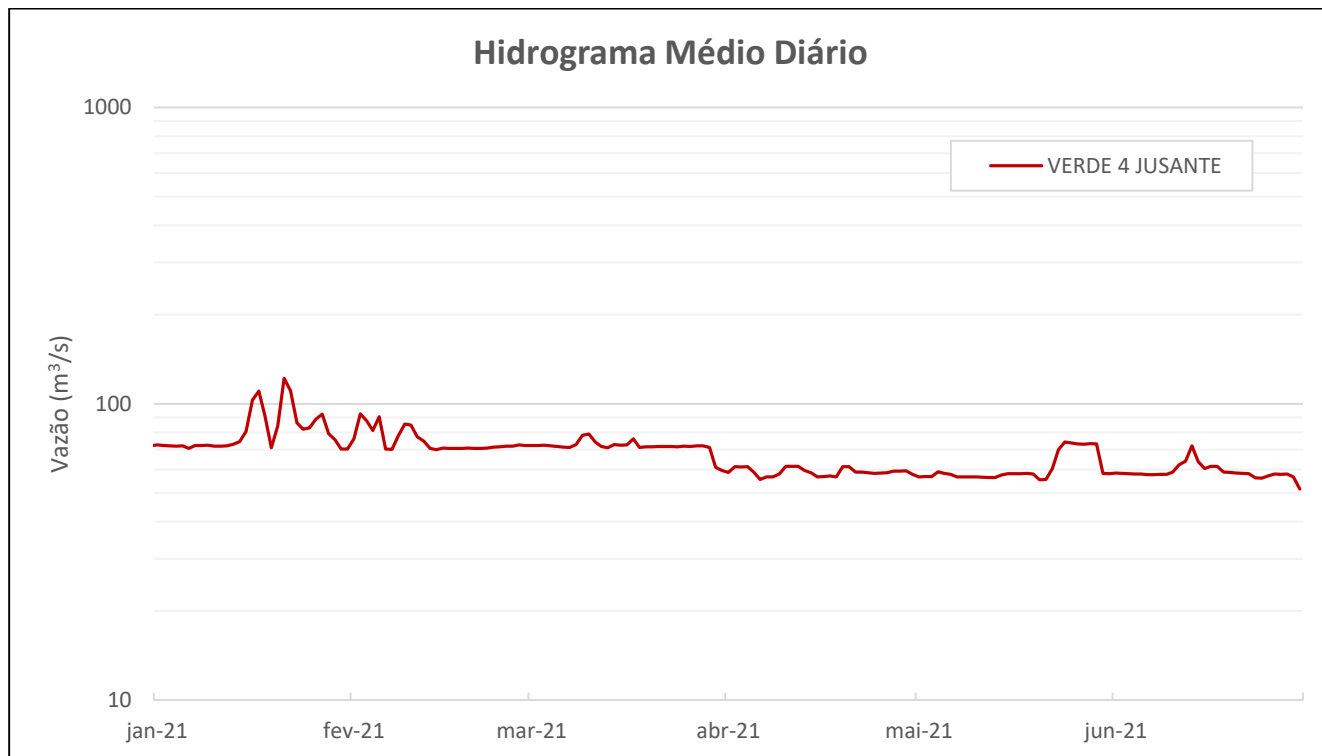


Figura 8 – Vazões médias diárias geradas pela relação da curva chave adotada em Verde 4 Jusante.

Com a curva de descarga sólida apresentadas acima, gerou-se o sedimentograma para a estação (Figura 9). Considerando-se a respectiva área de contribuição da seção de medição, obteve-se uma produção específica de sedimentos até o final de junho de 2021 de aproximadamente 181,58 t/Km².dia para o posto de Jusante, um valor extremamente alto para as condições do local.

A classificação da tolerância de produção de sedimentos aceitáveis deu-se “Alta” para o posto sedimentométrico da PCH Verde 4.

Constatou-se também que a equação tipo *Potência* para a descarga sólida subestimam os dados de sedimentos em função do coeficiente multiplicador ser um número muito pequeno, muitas vezes menor que 0,1, assim mascarando os verdadeiros resultados. As equações do tipo *Linear* utilizadas para dados recentes, do ano de 2021, demonstraram um melhor ajuste e estimando dados próximos da realidade do local.

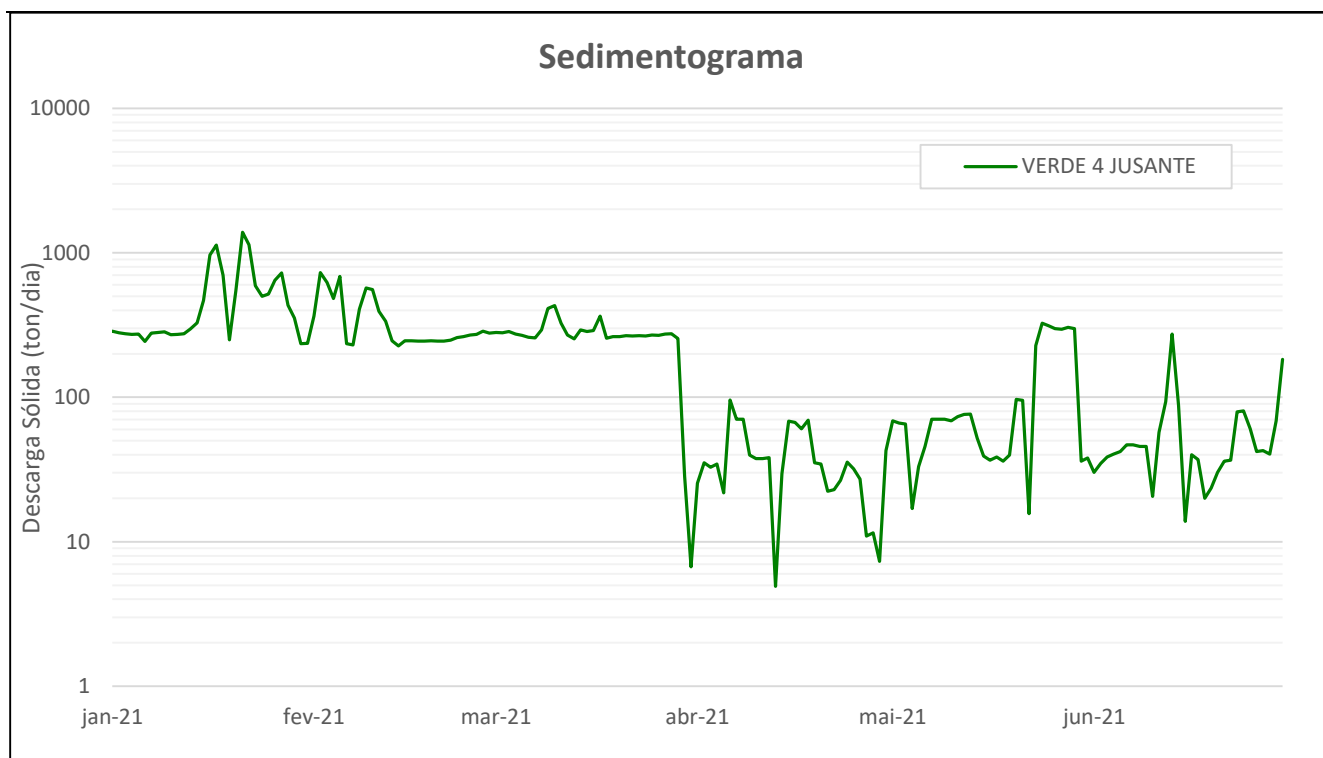


Figura 9 – Produção diária de sedimentos para a estação de Verde 4 Jusante no primeiro semestre de 2021.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após sua readequação no mês de dezembro de 2018 a estação de Verde 4 Jusante, mantiveram-se operantes e com registros bem robustos. Já em Verde 4 Barramento teve-se uma excelente aquisição de dados qualificados. A qualidade dos registros fluviométricos evidencia sua robustez.

Na análise comparativa pluviométrica regional, após a consistência, pode ser observado um alto coeficiente de correlação dos totais mensais registrados em relação as estações do empreendimento PCH Verde 4, mas em relação com a média regional de 2021 não obtém uma boa correlação, mas tais dados serão reavaliados no próximo relatório.

Na área de sedimentometria tem-se resultados satisfatórios para o posto de Jusante, com um excelente coeficiente de determinação. O histórico do posto obteve um bom ajuste da equação, sendo as últimas amostragens selecionadas para gerar a equação utilizada nos cálculos. Atenta-se para a variação de nível diária, por se tratar de um posto à jusante do empreendimento, assim ocasionando oscilações de vazões e dificuldade de estimar dados sedimentométricos com precisão.

Na análise comparativa fluviométrica entre as estações do empreendimento PCH Verde 4, as estações obtiveram uma forte correlação entre elas, após as readequações e pequenas correções pontuais da estação telemétrica.

De modo geral as condições hidrológicas apresentaram-se coerentes ao serem avaliadas pelas diversas ferramentas aqui empregadas.



Edgar Posse Junior
Eng. Agrícola – CREA-PR 136690/D

Tabela 1

PCH Verde 4 Jusante - Precipitação Diária 2021						
Dia	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
1	27	0,2	9,6	0	0	0
2	0,2	9	0	0	0	0
3	0	46,6	5	0	22,2	0
4	8	0	11,6	0	0	0
5	5,6	0,4	18,2	0	0	0
6	13	50	8,6	0	0	0
7	5,6	0	8,4	0	0,2	0
8	1,2	0	0,2	0	0	0
9	4,4	0	0	0	0	0
10	37,4	0	0,6	0	0	0
11	0,4	0	0	0	0	0
12	5,8	10,8	0	0	0	0
13	0,2	2,8	0	0	0	0
14	36,2	0	0	0	0	0
15	3,8	0	0	0,4	0	0
16	7,4	14,8	0	0,2	0	0
17	0,2	0	0,4	0,8	0	0
18	0,4	0	0	10,8	0	0
19	0	0	0	0,2	0	0
20	19,8	0	0	0	0	0
21	38	0	17,4	0,2	0	0
22	18,2	0	2,4	0,2	0	0
23	21	0	0	0,2	32,8	0
24	0,4	0	0	0,2	26,2	0
25	16	0	0	0,2	2,4	0
26	22,2	14,8	0	0	0	0
27	0,2	31,8	0	0	0	0
28	0	0	0	4,4	0	0
29	0		0	0,2	0	0
30	54,8		0	0	0	0
31	0		0		0	
MDC	26	10	11	12	5	0
Total	347,4	181,2	82,4	18	83,8	0
Max	54,8	50	18,2	10,8	32,8	0

Tabela 2

PCH Verde 4 Jusante - Nível Diário 2021																		
Dia	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín
1	210	217	209	215	236	204	209	210	208	189	193	187	186	187	185	189	190	188
2	209	210	208	236	237	236	209	210	208	193	195	193	186	187	185	188	195	187
3	209	209	208	230	237	224	210	221	208	193	193	192	186	187	186	188	190	187
4	209	210	208	222	225	215	209	210	208	193	195	192	190	195	186	188	188	187
5	209	210	207	234	274	203	208	209	208	189	193	182	188	190	187	188	188	187
6	207	210	171	206	208	204	208	209	206	184	186	181	188	190	185	187	188	182
7	209	210	208	206	207	204	208	209	206	186	186	184	186	186	185	187	188	187
8	209	210	208	217	229	206	210	219	206	186	187	184	186	186	185	188	188	187
9	209	210	208	227	229	213	218	220	214	188	193	185	186	186	185	188	188	187
10	209	218	182	226	230	203	219	219	213	193	195	193	186	187	185	189	191	187
11	209	213	188	216	230	206	212	214	208	193	195	193	186	186	185	195	198	190
12	209	212	191	213	230	206	209	209	207	193	195	190	185	186	185	197	198	195
13	210	215	207	207	208	206	208	210	174	190	191	190	185	186	185	209	213	199
14	212	217	209	206	208	177	210	223	208	189	191	186	187	188	184	197	213	190
15	221	249	208	207	208	206	210	210	209	186	187	185	188	190	187	192	195	190
16	249	259	248	207	208	206	210	212	209	186	187	185	188	190	187	193	197	193
17	258	260	257	207	207	206	215	234	208	186	190	185	188	188	188	193	195	188
18	235	259	207	207	208	204	208	209	195	186	186	185	188	190	188	189	190	187
19	207	208	206	207	208	206	208	209	208	193	195	193	188	190	182	189	190	187
20	226	279	206	207	207	206	208	209	207	193	195	192	184	184	182	189	190	188
21	272	280	215	207	208	206	208	210	207	189	195	188	184	184	184	188	190	188
22	259	280	230	207	208	206	208	209	208	189	190	188	192	202	182	188	191	185
23	228	231	203	208	209	207	208	209	208	189	190	186	206	221	197	185	186	185
24	223	230	219	208	210	207	208	209	207	188	190	187	212	213	210	185	186	185
25	224	229	219	209	210	208	209	209	208	188	190	187	211	213	209	186	188	185
26	231	237	227	209	209	208	208	209	207	189	191	188	210	212	209	188	188	186
27	236	238	235	210	215	208	209	209	208	190	190	188	210	212	210	188	188	187
28	219	236	206	209	210	208	209	210	207	190	191	188	211	220	210	188	188	187
29	214	218	206				208	210	192	190	191	190	210	217	201	186	188	182
30	206	207	204				193	193	192	188	191	185	188	190	188	178	179	177
31	206	207	206				190	195	187				188	190	185			
	220,74	280	171	213,17	274	177	208,42	234	174	189,33	195	181	192,15	221	182	189,38	213	177

Tabela 3

PCH Verde 4 Barramento - Nível Diário 2021																		
Dia	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín	Média	Max	Mín
1	36423	36426	36421	36487	36489	36483	36422	36423	36420	36415	36416	36414	36403	36405	36401	36404	36405	36403
2	36424	36427	36422	36484	36488	36481	36425	36428	36423	36414	36416	36412	36405	36406	36404	36404	36405	36401
3	36426	36428	36423	36478	36482	36476	36430	36436	36427	36413	36415	36411	36407	36408	36405	36404	36406	36401
4	36429	36432	36427	36481	36486	36478	36439	36444	36436	36412	36414	36410	36407	36409	36405	36404	36406	36403
5	36428	36431	36427	36481	36487	36476	36449	36454	36444	36410	36412	36409	36406	36408	36405	36406	36408	36404
6	36426	36428	36423	36479	36481	36477	36459	36464	36454	36413	36415	36411	36406	36408	36404	36408	36409	36406
7	36423	36426	36422	36482	36484	36479	36468	36473	36464	36414	36415	36412	36405	36406	36404	36409	36410	36406
8	36421	36423	36418	36483	36487	36479	36477	36481	36473	36414	36415	36412	36406	36408	36404	36409	36412	36406
9	36418	36421	36416	36473	36479	36468	36480	36482	36478	36415	36416	36414	36406	36408	36404	36411	36412	36409
10	36420	36422	36418	36464	36468	36461	36482	36483	36481	36415	36416	36412	36406	36408	36404	36412	36414	36411
11	36418	36421	36417	36463	36467	36460	36479	36482	36477	36414	36415	36411	36408	36409	36406	36412	36414	36410
12	36417	36420	36415	36467	36468	36466	36476	36478	36473	36412	36414	36410	36409	36411	36408	36410	36414	36408
13	36417	36418	36415	36466	36468	36464	36469	36475	36466	36410	36412	36409	36411	36411	36409	36413	36415	36410
14	36420	36425	36417	36467	36470	36466	36462	36467	36458	36409	36411	36408	36411	36412	36409	36408	36411	36405
15	36430	36436	36425	36468	36470	36466	36454	36459	36450	36409	36410	36408	36410	36412	36409	36406	36409	36404
16	36434	36436	36432	36468	36470	36466	36449	36450	36448	36410	36411	36408	36409	36411	36408	36405	36408	36403
17	36436	36438	36434	36467	36470	36466	36446	36450	36442	36411	36412	36410	36408	36410	36406	36403	36405	36400
18	36438	36439	36436	36467	36470	36465	36444	36445	36442	36411	36414	36410	36407	36409	36405	36404	36405	36401
19	36441	36447	36438	36466	36468	36464	36445	36447	36442	36413	36415	36411	36406	36408	36404	36406	36408	36404
20	36452	36456	36447	36466	36467	36464	36445	36447	36443	36414	36415	36411	36405	36406	36403	36407	36410	36405
21	36448	36451	36444	36464	36466	36461	36445	36447	36443	36413	36414	36411	36405	36406	36404	36409	36410	36406
22	36447	36450	36444	36463	36466	36460	36447	36448	36445	36412	36414	36411	36408	36411	36404	36410	36411	36408
23	36458	36467	36451	36452	36459	36447	36445	36448	36443	36412	36414	36410	36411	36414	36409	36411	36412	36409
24	36474	36479	36466	36442	36448	36438	36443	36445	36440	36412	36414	36410	36409	36412	36406	36411	36412	36410
25	36483	36487	36479	36434	36438	36431	36440	36443	36438	36412	36414	36411	36404	36408	36400	36411	36412	36410
26	36486	36487	36484	36429	36433	36426	36438	36440	36437	36411	36412	36410	36403	36404	36400	36410	36412	36409
27	36483	36486	36481	36427	36429	36425	36436	36438	36434	36410	36411	36408	36403	36405	36401	36409	36410	36408
28	36480	36483	36477	36423	36426	36421	36433	36436	36431	36407	36410	36405	36405	36406	36404	36407	36409	36406
29	36485	36488	36483				36429	36433	36425	36405	36408	36403	36408	36409	36406	36405	36408	36403
30	36483	36484	36482				36420	36425	36418	36403	36404	36400	36408	36410	36406	36404	36405	36401
31	36484	36486	36482				36415	36418	36414				36406	36408	36404			
	36443,55	36488	36415	36463,89	36489	36421	36448,06	36483	36414	36411,49	36416	36400	36406,81	36414	36400	36407,69	36415	36400

Tabela 4
RESUMO DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA
PCH Verde 4 Jusante – 63250950

Nº	DATA	COTA (cm)	VAZÃO (m3/s)	ÁREA (m2)	LARGURA (m)	VELOC. (m/s)	PROF. (m)	CONCENTRAÇÃO (mg/l)	DESCARGA SÓLIDA TOTAL (t/dia)
1	29/01/2018	279	123	87,3	38,27	1,404	2,28	75	2284,38
2	19/05/2018	256	118	81,2	38,5	1,451	2,11	53,3	1887,77
3	11/08/2018	223	76,2	63,6	37,91	1,198	1,68	1	125,29
4	25/02/2019	218	74	62,6	38,63	1,182	1,62	1	122,44
5	22/07/2019	214	76,7	62,8	39,4	1,221	1,59	12	497,84
6	10/09/2019	199	64,4	55	38,5	1,171	1,43	1	114,93
7	07/11/2019	196	66	58,3	40,14	1,131	1,45	1	111,11
8	03/04/2020	229	92,5	71,7	40,23	1,291	1,78	20	800,52
9	11/07/2020	413	66,8	53,4	34,5	1,21	1,55	2	162,42
10	26/08/2020	196	65,8	56,9	39,71	1,157	1,43	4	235,8
11	30/10/2020	212	76,4	62,9	40,17	1,215	1,56	2	190,9
12	26/04/2021	191	52,5	42,8	35,00	1,227	1,24	3,3	204,5



Anotação de Responsabilidade Técnica -
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO
1320210037859

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MS

1. Responsável Técnico

EDGAR POSSER JUNIOR

RNP: 1712842838

Título Profissional: ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Registro: PR136690

Empresa Contratada: OVERTECH MANUTENCAO EM EQUIPAMENTOS DE TELEMETRIA E HIDROMETEOROLOGIA LTDA

Registro: 20309

2. Dados do Contrato

Contratante: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

CPF/CNPJ: 11.151.033/0002-30

Rua: FAZENDA BARAGEM RODOVIA 357

Bairro: ZONA RURAL

Número: KM 85

Cidade: RIBAS DO RIO PARDO

UF: MS

País: Brasil

Contrato: 7184

Celebrado em: 09/01/2020

CEP: 79.180-000

Valor: R\$ 99.290,00

Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA

Vinculado à ART:

Ação Institucional:

3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
FAZENDA BARAGEM RODOVIA 357	ZONA RURAL	KM 85		RIBAS DO RIO PARDO	MS	BRA	79.180-000	
Data de Início: 09/01/2020		Previsão Término: 31/12/2024			Código:			
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA		Proprietário: SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.			CPF/CNPJ: 11.151.033/0002-30			
Finalidade:								

4. Atividades Técnicas

Consultoria	Quantidade	Unidade
Coleta de dados Meio Ambiente -> Manejo e Gestão de Bacias Hidrográficas -> de gestão de bacias hidrográficas	1,0000	unidade (un)
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART		

5. Observações

Medições de descarga líquida, coletas sedimentométricas, consistência dos dados e relatórios anuais

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Ribas do Rio Pardo - MS

28 / 04 / 2021

Local

data

067.468.079-78 EDGAR POSSER JUNIOR

11.151.033/0002-30 - SAVANA GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creams.org.br ou www.confea.org.br.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creams.org.br creams@creams.org.br
tel: (67)3368-1000 fax: (67) 3368-1000



CREA-MS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Mato Grosso do Sul

Valor ART: R\$ 233,94

Registrada em 16/04/2021

Valor Pago: R\$ 233,94

Nosso Número: 1400000000866640



Medeiros dos Santos
Agrimensura e Meio Ambiente

ELERA RENOVÁVEIS

PCH VERDE 4

MONITORAMENTO
SEDIMENTOMÉTRICO SEMESTRAL
1º/2021

Santo Antônio das Missões – RS,
Junho/2021

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1. Apresentação da empresa contratada para realização dos serviços	4
1.2. Corpo técnico	4
1.3. Identificação do Empreendimento.....	4
2. OBJETIVO	4
3. METODOLOGIA	4
3.1. Levantamento das Seções Topobatimétricas	4
3.2. Curvas Cota x Área x Volume	8
3.4. Estudo Sedimentométrico	11
4. COMPARATIVO AEROFOTOGRAMÉTRICO	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. INTRODUÇÃO

Monitoramento sedimentométrico é o conjunto de ações e equipamentos destinados ao levantamento de dados de sedimentos em suspensão e de fundo, que permitam determinar a descarga sólida total.

Embora os estudos sedimentológicos sejam necessários desde as fases de inventário, viabilidade e de projeto básico do empreendimento, uma vez construída a barragem, eles não devem cessar. Com maior razão, nesta fase, deve-se ter uma vigilância dos efeitos do sedimento com a formação do reservatório. Uma obra dessa natureza sempre traz o desenvolvimento regional e, com isso, uma ocupação territorial que inclui o maior uso de solo na agricultura pela maior disponibilidade de água, na construção de estradas e toda uma transformação cujas conseqüências podem não ter sido avaliadas adequadamente nos estudos de planejamento.

O levantamento topobatimétrico sistemático do reservatório também é uma necessidade para determinação da disponibilidade hídrica através das novas curvas cota x área x volume e verificação da nova forma do reservatório. Além disso também são recomendados estudos comparativos a partir de fotos de satélite de épocas diferentes, que permitem a obtenção de diversas informações sobre as transformações sofridas na área de interesse do aproveitamento.

Para a realização do monitoramento do assoreamento dos reservatórios é recomendado a implantação de seções de controle, possibilitando acompanhar a evolução dos depósitos sedimentares no leito ou comprovar sua inexistência. Essas seções serão materializadas através de marcos de concreto, somando dois marcos para cada seção, ou seja, um marco em cada margem do reservatório, instalado afastado do local da linha de operação normal do empreendimento, de forma intervisível e alinhados perpendicularmente ao fluxo do corpo hídrico (ANA, 2013).

O levantamento topobatimétrico deverá ser realizado necessariamente por ecobatímetro, controlado posicionalmente por georreferenciamento no Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), com a implantação de uma Rede de

Vértices Geodésicos (RVG) e utilização de posicionamento em tempo real (RTK). A representação planialtimétrica do reservatório se dará desde a parte mais profunda até o nível normal operacional (ANA, 2013).

1.1. Apresentação da empresa contratada para realização dos serviços

A empresa MEDEIROS DOS SANTOS – AGRIMENSURA E MEIO AMBIENTE tem experiência em levantamentos topográficos com uso de equipamentos GPS de dupla frequência L1/L2 com tecnologia RTK (Real Time Kinemático), ecobatímetro e VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado).

1.2. Corpo técnico

Participaram da realização dos serviços contratados pela Elera Renováveis, os seguintes profissionais:

- Rogério Silva dos Santos – Eng. Agrônomo;
- Douglas Fonseca – Auxiliar de Topógrafo.

1.3. Identificação do Empreendimento

A PCH VERDE 4, construída no Rio Verde, de propriedade da Savana Geração de Energia, tem capacidade de geração instalada de 19 MW. A barragem e casa de força da usina estão localizados na divisa dos municípios de Água Clara e Ribas do Rio Pardo ambas no estado do Mato Grosso do Sul, na bacia 6 (Rio Paraná), sub-bacia 63 (Rio Paraná e Outros).

2. OBJETIVO

Levantamento topobatimétrico das cinco seções instaladas para monitoramento sedimentométrico e avaliação do processo de assoreamento.

3. METODOLOGIA

3.1. Levantamento das Seções Topobatimétricas

Foi realizado o levantamento topobatimétrico das 5 seções de controle instaladas ao longo do reservatório para o monitoramento do assoreamento, sendo cada seção constituída de dois marcos de concreto, um em cada margem do reservatório. As coordenadas UTM de cada seção de controle estão na

Tabela 1 abaixo, assim como a localização de cada seção está representada nas Figura 1 e Figura 2.

Tabela 1 – Coordenadas planas, meridiano central -51, fuso 22S, Sirgas-2000, da Rede de Vértices Geodésicos (RVG)

Localção 1				
P. Visado	Descrição	Coord. E(X)	Coord. N(Y)	Cota Z
S1E	MARCO	260865.3660	7790751.8060	366.110
S1D	MARCO	261471.9630	7791417.1920	365.821
S2E	MARCO	260948.1830	7792672.8420	366.344
S2D	MARCO	260212.7840	7792489.1820	365.666
S3E	MARCO	260292.1920	7793885.3550	366.824
S3D	MARCO	259408.4440	7793791.9200	367.776
S4E	MARCO	255598.1110	7799258.8780	366.113
S4D	MARCO	255764.4700	7799138.8530	365.901
S5E	MARCO	253651.1570	7799550.6560	369.097
S5D	MARCO	253586.0030	7799427.6450	366.876

A nomenclatura utilizada para cada seção de controle foi determinada conforme a posição da seção em relação ao barramento da PCH VERDE 4, sendo que a primeira seção (S1-E e S1-D) está localizada mais próxima ao barramento, ou seja, S1-E = primeira seção margem esquerda e S1-D = primeira seção margem direita, e assim sucessivamente.

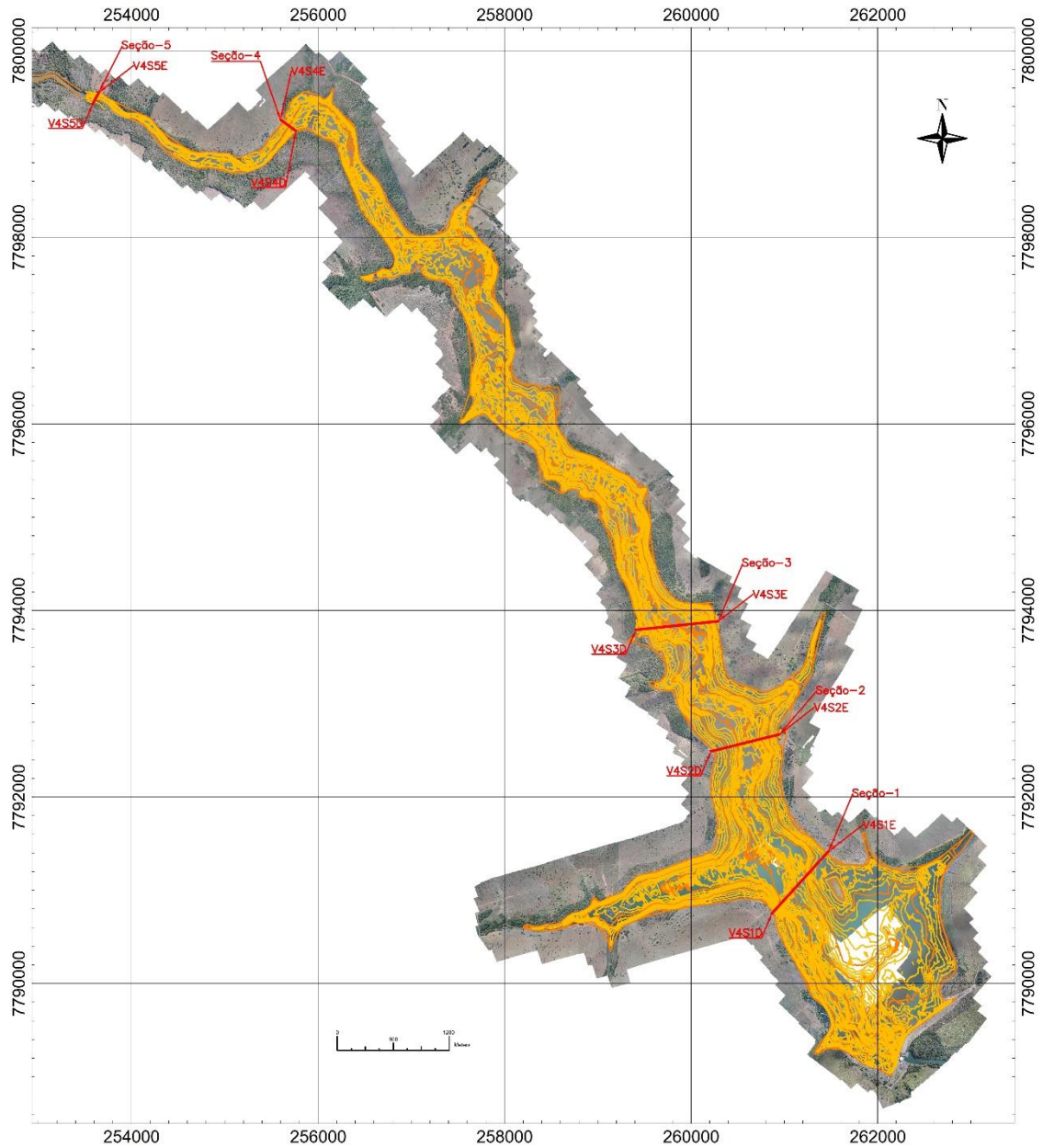


Figura 1 – Representação da localização de cada seção de controle implantada no reservatório da PCH VERDE 4

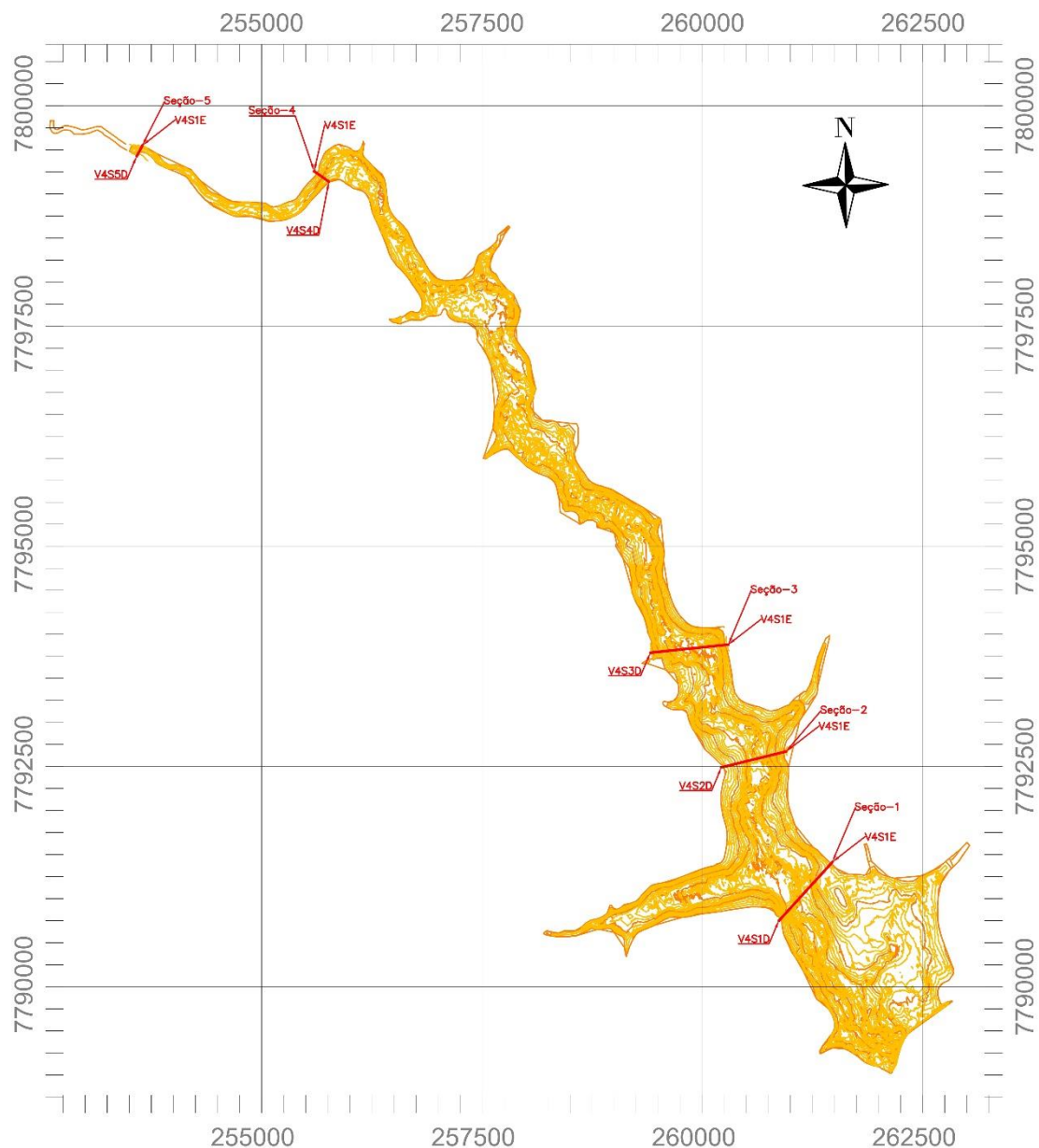


Figura 2 – Representação da localização de cada seção de controle implantada no reservatório da PCH VERDE 4

3.2. Curvas Cota x Área x Volume

Conforme histórico de atividades do setor ambiental da Elera Renováveis, esta possui um levantamento atualizado das curvas Cota x Área x Volume (CAV) realizado no primeiro semestre do ano de 2020.

Tabela 2 – Curvas Cota x Área x Volume (CAV) – PCH VERDE 4

COTA	ÁREA (Km ²)	VOLUME (Hm ³)
341	0	0
341,5	0,00000297	0,00000008
342	0,00004828	0,00001154
342,5	0,00011748	0,00005296
343	0,00022712	0,00012936
343,5	0,00083927	0,00035255
344	0,00266912	0,00118366
344,5	0,00646523	0,00338974
345	0,01245641	0,00806231
345,5	0,02184737	0,01634955
346	0,03656773	0,03079766
346,5	0,05854434	0,05437884
347	0,08595846	0,09022396
347,5	0,1217555	0,14192176
348	0,16520586	0,21335413
348,5	0,22399127	0,30884189
349	0,29933035	0,43857545
349,5	0,41792151	0,61991565
350	0,5227061	0,85495052
350,5	0,66305855	1,14855002
351	0,81421199	1,51847691
351,5	0,93730324	1,95624524
352	1,05572097	2,45469336
352,5	1,18237333	3,01351549
353	1,31345633	3,63703897

COTA	ÁREA (Km ²)	VOLUME (Hm ³)
353,5	1,46128956	4,32988465
354	1,63968941	5,10339354
354,5	1,85730076	5,97675369
355	2,08423134	6,96218719
355,5	2,33674574	8,06637231
356	2,60266983	9,30054839
356,5	2,88073581	10,67111199
357	3,18194007	12,18701353
357,5	3,50208294	13,85701849
358	3,8989707	15,70396219
358,5	4,27600616	17,75074992
359	4,64385954	19,97862843
359,5	5,04845783	22,40085569
360	5,50407621	25,0395967
360,5	5,91254289	27,89373233
361	6,34726523	30,95634758
361,5	6,8004746	34,24469836
362	7,24077257	37,75504331
362,5	7,72881855	41,49479083
363	8,23500855	45,4863926
363,5	8,6563589	49,71605554
364	9,04325987	54,14122845
364,5	9,44395397	58,77302966
365	9,82015257	63,58907174

A Figura 3 abaixo, representam as curvas Cota x Área x Volume (CAV) da PCH VERDE 4.

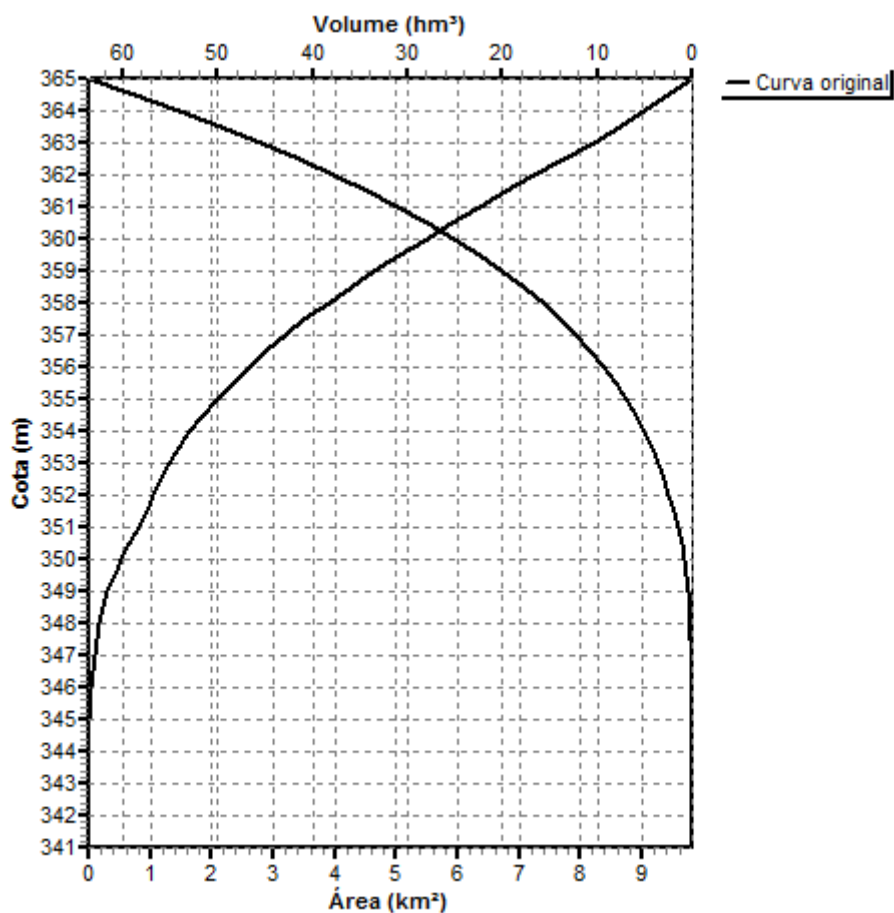


Figura 3 – Curva Cota x Área x Volume – PCH VERDE 4 (1º sem/2020)

3.3. Seções de Controle de Sedimentos

As seções de controle de sedimentos servem para monitorar a morfometria do reservatório na região onde foram instalados os marcos de concreto, permitindo verificar os efeitos de erosões e assoreamentos que possam estar ocorrendo e que possam comprometer o funcionamento da usina. Os conjuntos de seções de controle implantadas, foram posicionadas em locais onde se espera uma probabilidade maior de deposição de sedimentos no fundo.

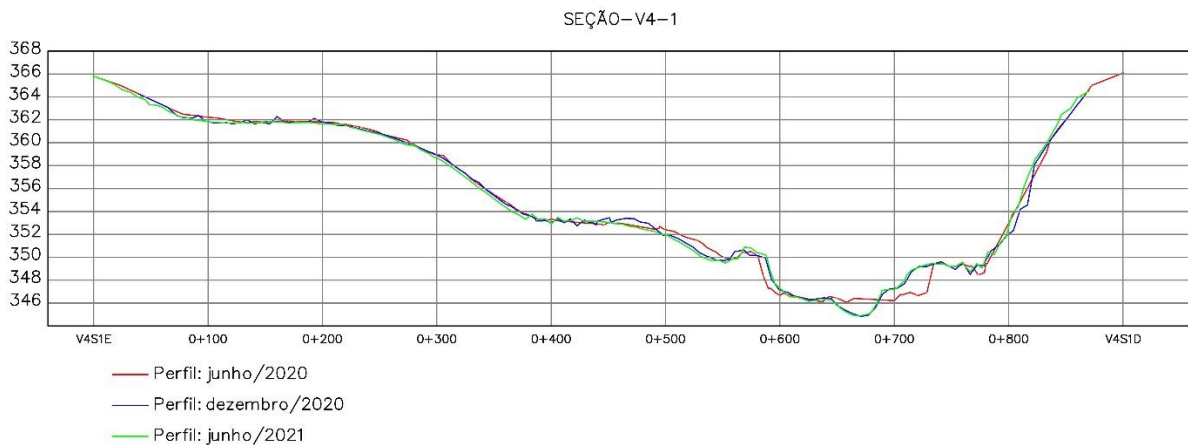


Figura 4 – SEÇÃO 1 – PCH VERDE 4 (— Primitivo, — Dez/2020, — Jun/2021)

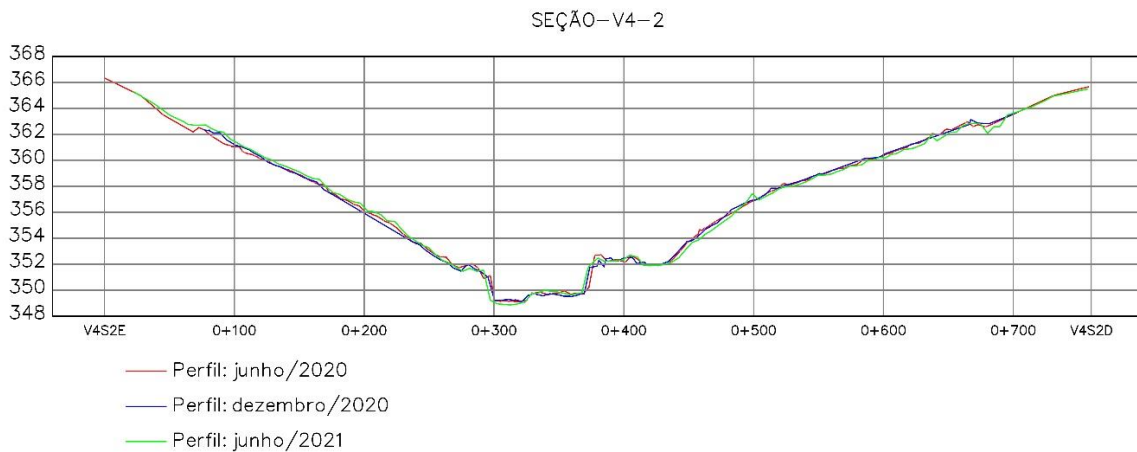


Figura 5 – SEÇÃO 2 – PCH VERDE 4 (— Primitivo, — Dez/2020, — Jun/2021)

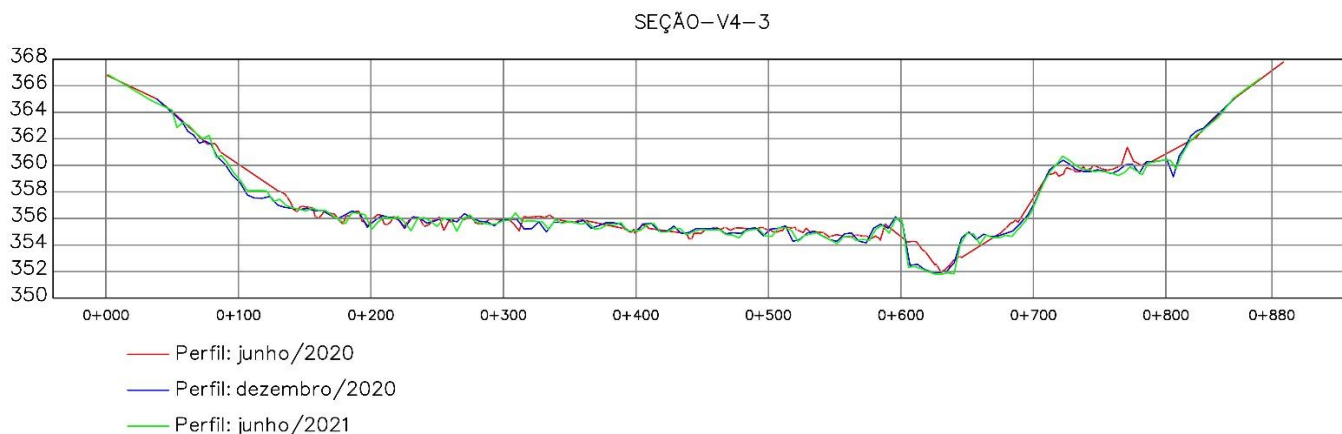


Figura 6 – SEÇÃO 3 – PCH VERDE 4 (— Primitivo, — Dez/2020, — Jun/2021)

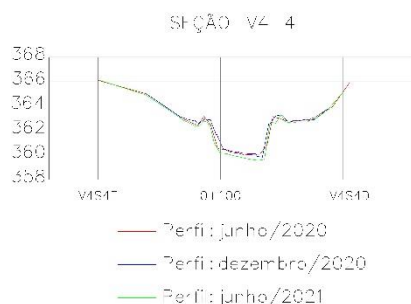


Figura 7 – SEÇÃO 4 – PCH VERDE 4 (— Primitivo, — Dez/2020, — Jun/2021)

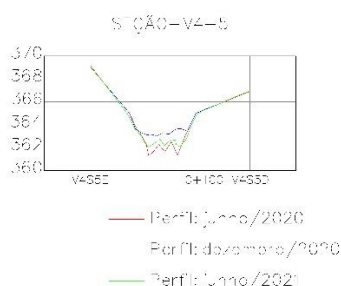


Figura 8 – SEÇÃO 5 – PCH VERDE 4 (— Primitivo, — Dez/2020, — Jun/2021)

3.4. Estudo Sedimentométrico

3.4.1. Definição das Vazões e Descarga Solida

Para Caracterização hidrológica do trecho em estudo utilizamos os dados de descarga líquida enviadas por telemetria pelas estações hidrológicas ao banco de dados da ANA (Agencia Nacional das Aguas). Após o *Download* das séries históricas do ano de 2021, foi possível calcular as médias mensais para

dois pontos de interesse no monitoramento, sendo um a montante (PCH Verde 4A Jusante – 63250900) e um a jusante (PCH Verde 4 Jusante – 63250950).

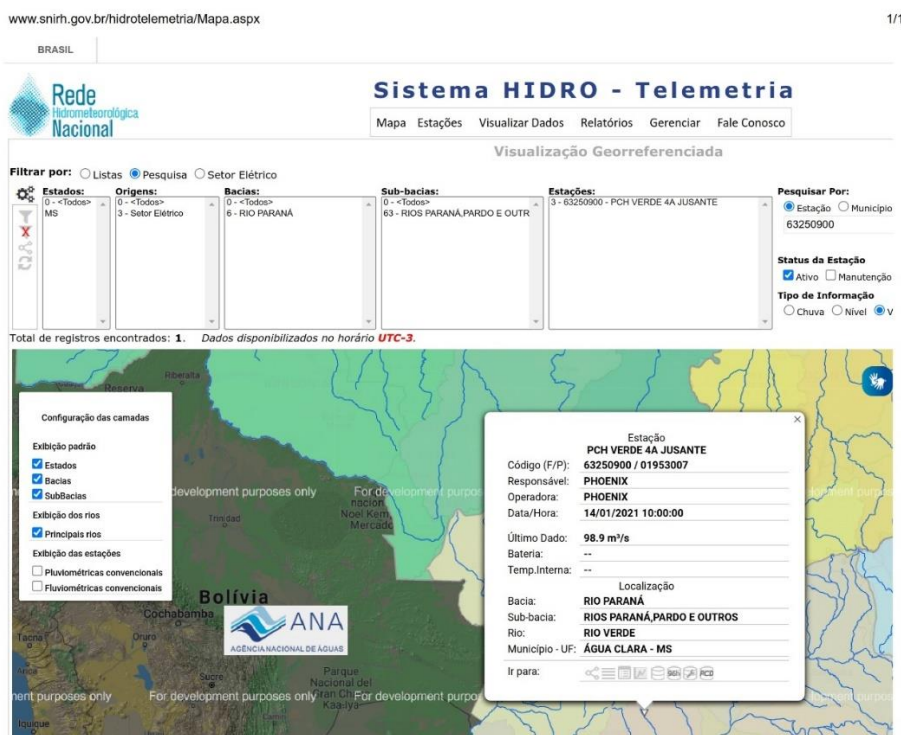


Figura 9 – Rede Hidrometeorologica Nacional – Estação 63250900

Para determinação das descargas sólidas totais utilizamos as equações de Curva Chave de Sedimentos extraídas dos estudos de campo realizados pela empresa “OVERTECH Soluções Tecnológicas”, os resultados estão disponibilizados no relatório “01_Relatório_PCH_Verde_4A_2020_v2”.

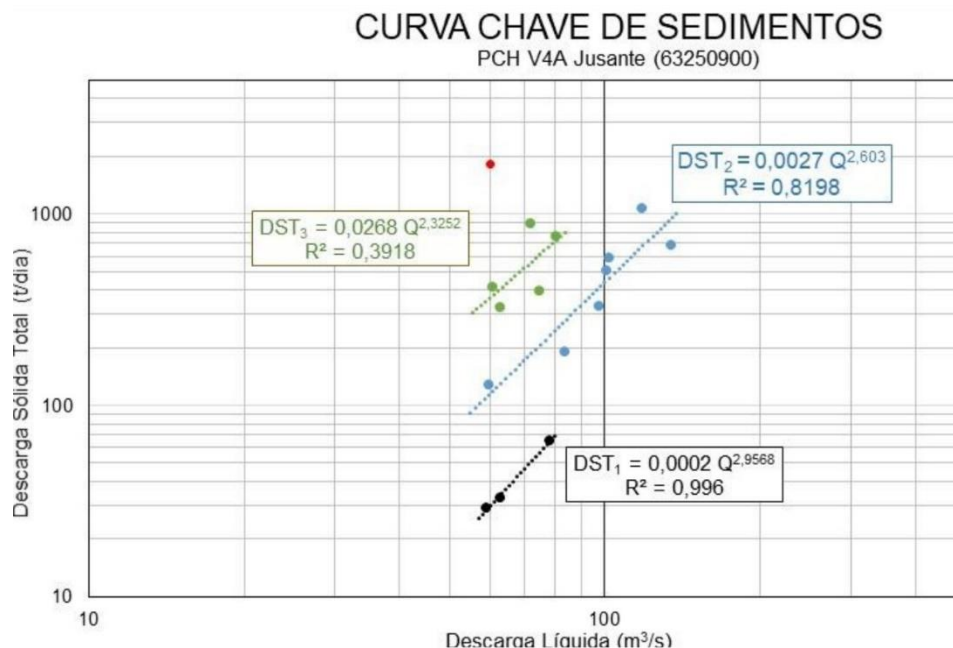


Figura 10 – Curva Chave “01_Relatório_PCH_Verde_4A_2020_v2” – Estação 63250900

Tabela 3 – Descarga Média Líquida e Sólida – Estação Hidrológica 63250900

Estação: 3 - 63250900 - PCH VERDE 4A JUSANTE			
Período	Vazão (m³/s)	Descarga Sólida Total (T/dia)	DST Média Semestral (T/dia)
jan/20	102,224	459,446	327,259
fev/20	106,396	509,855	
mar/20	88,226	313,154	
abr/20	87,025	302,175	
mai/20	74,531	201,861	
jun/20	70,871	177,064	
jul/20	64,483	138,468	111,421
ago/20	60,196	115,763	
set/20	55,291	92,787	
out/20	56,662	98,896	
nov/20	56,748	99,29	
dez/20	61,676	123,321	
jan/21	116,54	646,247	279,663
fev/21	102,84	466,683	
mar/21	84,35	278,589	
abr/21	55,88	95,383	
mai/21	56,05	96,140	
jun/21	55,78	94,940	
Média Anual	75,32	239,44	

3.4.2. Cálculo do Volume Assoreado

Os dados básicos para a avaliação do assoreamento são os níveis e volumes característicos do reservatório, as curvas cota x área x volume, os valores de descarga sólida média, o peso específico aparente médio dos

depósitos e a eficiência de retenção de sedimentos, além da taxa de aumento anual na produção de sedimentos.

Os valores acima são variáveis com o tempo. A eficiência de retenção do reservatório diminui à medida que aumentam os depósitos e o peso específico aparente se altera com a compactação ao longo do tempo. Foi utilizado os Softwares SEDIMENT e DPOSIT para os cálculos de assoreamento, Figura 11 e 12.

Conforme os dados apresentados na Tabela 4 chegamos ao seguinte resumo e cálculo do volume de sedimento médio anual retido, ver Tabela 5 e 6.

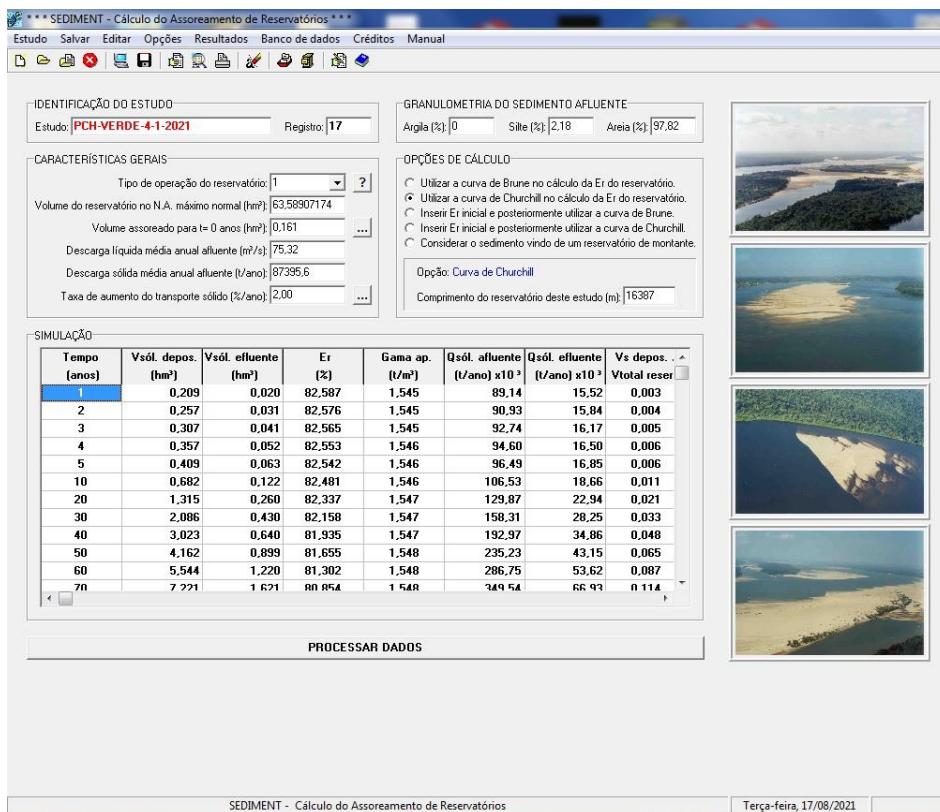
Tabela 4 – Cálculo do Volume de Sedimento Médio Anual – PCH VERDE 4

DADOS	Reservatório de PCH VERDE 4 (Savana Geração de Energia)
Nível d'água máximo normal	365,00 m
Nível d'água mínimo normal	364,00 m
Volume no NA máx. normal	63589071 m ³
Volume no NA mín. normal	54141228 m ³
Volume morto (na soleira tom. d'água)	4329884 m ³
Vazão afluyente média 1° semestre/21 QI	78,57 m ³ /s
Descarga sólida total média 1° semestre/21 Qst	Qst = 279,663 t/dia
Deflúvio sólido total médio anual Dst <i>Dst = 365 x Qst</i> <i>Qst = descarga sólida total, em t/dia</i>	Dst = (365/2) x 111,421 51.038,50 t/2° sem
Peso específico aparente γ_{ap} (segundo ZHIDE, 1998)	1,55 t/m ³
Volume de sedimento médio para o 1° semestre/2021 (calculado a partir da equação de transporte de sedimento e da série de vazões)	32.928,06 m ³ /1° sem 2021

Tabela 5 – Tempo de Assoreamento – PCH VERDE 4 – 1° semestre/2021

Tempo (anos)	Vsól. depos. (hm ³)	Vsól. efluente (hm ³)	Er (%)	Gama ap. (t/m ³)	Qsól. afluyente (t/ano) x 10 ³	Qsól. efluente (t/ano) x 10 ³	Vs depos./ Vtotal reserv.
1	0,209	0,02	82,587	1,545	89,14	15,52	0%
2	0,257	0,031	82,576	1,545	90,93	15,84	0%
3	0,307	0,041	82,565	1,545	92,74	16,17	1%
4	0,357	0,052	82,553	1,546	94,6	16,5	1%
5	0,409	0,063	82,542	1,546	96,49	16,85	1%
10	0,682	0,122	82,481	1,546	106,53	18,66	1%
20	1,315	0,26	82,337	1,547	129,87	22,94	2%
30	2,086	0,43	82,158	1,547	158,31	28,25	3%

40	3,023	0,64	81,935	1,547	192,97	34,86	5%
50	4,162	0,899	81,655	1,548	235,23	43,15	7%
60	5,544	1,22	81,302	1,548	286,75	53,62	9%
70	7,221	1,621	80,854	1,548	349,54	66,93	11%
80	9,252	2,122	80,277	1,548	426,09	84,04	15%
90	11,706	2,756	79,525	1,548	519,4	106,35	18%
100	14,665	3,562	78,529	1,548	633,15	135,95	23%
110	18,218	4,602	77,178	1,548	771,81	176,14	29%
120	22,462	5,959	75,54	1,548	940,83	230,12	35%
130	27,511	7,743	73,434	1,548	1.146,86	304,67	43%
140	33,445	10,152	70,247	1,548	1.398,02	415,95	53%
150	40,253	13,543	65,036	1,548	1.704,18	595,85	63%



*** SEDIMENT - Cálculo do Assoreamento de Reservatórios ***

Estudo: **PCH-VERDE-4-1-2021** Registro: **17**

GRANULOMETRIA DO SEDIMENTO AFLUENTE
 Argila (%): 0 Silte (%): 2,18 Areia (%): 97,82

CARACTERÍSTICAS GERAIS
 Tipo de operação do reservatório: 1
 Volume do reservatório no N.A. máximo normal (hm³): 63,58907174
 Volume assoreado para t=0 anos (hm³): 0,161
 Descarga líquida média anual afluente (m³/s): 75,32
 Descarga sólida média anual afluente (t/ano): 87395,6
 Taxa de aumento do transporte sólido (%/ano): 2,00

OPÇÕES DE CÁLCULO
 Utilizar a curva de Brune no cálculo da Er do reservatório.
 Utilizar a curva de Churchill no cálculo da Er do reservatório.
 Inserir Er inicial e posteriormente utilizar a curva de Brune.
 Inserir Er inicial e posteriormente utilizar a curva de Churchill.
 Considerar o sedimento vindo de um reservatório de montante.
 Opção: Curva de Churchill
 Comprimento do reservatório deste estudo (m): 16387

SIMULAÇÃO

Tempo (anos)	Vsól. depos. (hm ³)	Vsól. efluente (hm ³)	Er (%)	Gama ap. (t/m ³)	Qsól. afluente (t/ano) x 10 ³	Qsól. efluente (t/ano) x 10 ³	Vs depos. Vtotal reser
1	0,209	0,020	82,587	1,545	89,14	15,52	0,003
2	0,257	0,031	82,576	1,545	90,93	15,84	0,004
3	0,307	0,041	82,565	1,545	92,74	16,17	0,005
4	0,357	0,052	82,553	1,546	94,60	16,50	0,006
5	0,409	0,063	82,542	1,546	96,49	16,85	0,006
10	0,682	0,122	82,481	1,546	106,53	18,66	0,011
20	1,315	0,260	82,337	1,547	129,87	22,94	0,021
30	2,086	0,430	82,158	1,547	158,31	28,25	0,033
40	3,023	0,640	81,935	1,547	192,97	34,86	0,048
50	4,162	0,899	81,655	1,548	235,23	43,15	0,065
60	5,544	1,220	81,302	1,548	286,75	53,62	0,087
70	7,221	1,621	80,854	1,548	349,54	66,93	0,114

PROCESSAR DADOS

SEDIMENT - Cálculo do Assoreamento de Reservatórios Terça-feira, 17/08/2021

Figura 11 - Software SEDIMENT – PCH VERDE 4

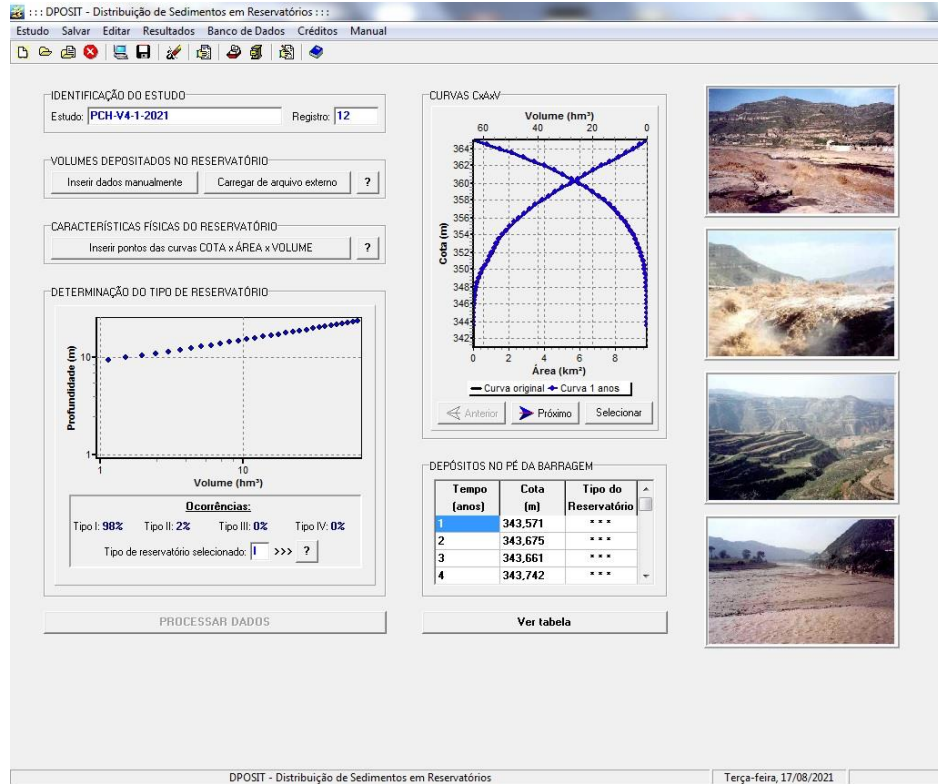


Figura 12 - Software DPOSIT – PCH VERDE 4

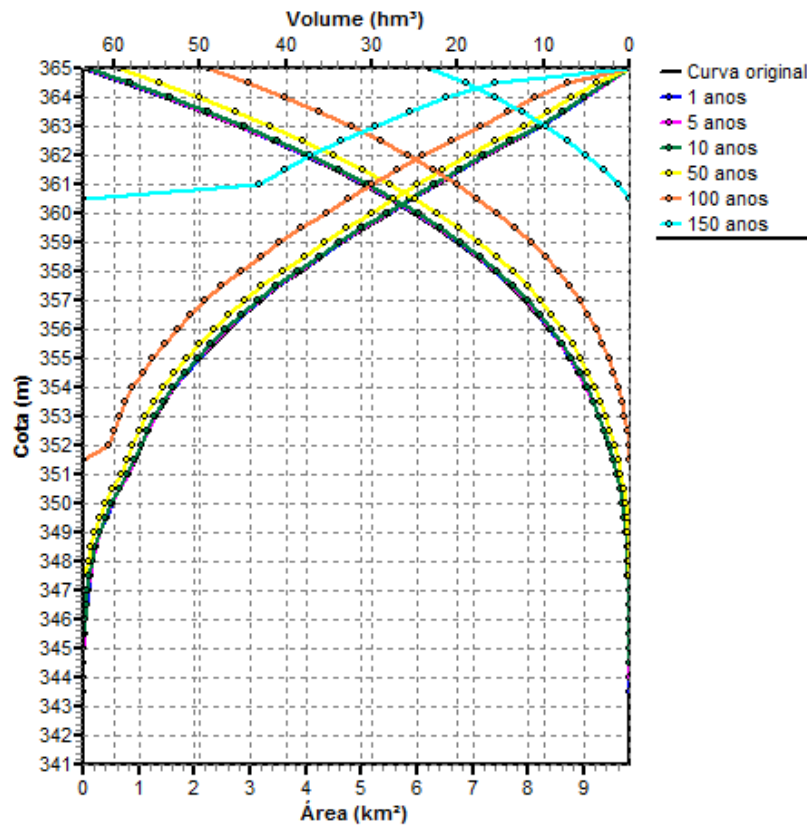


Figura 13 – Estudo de Vida Útil - Novas Curvas cota x área x volume Jun/2021

3.4.3. Altura de Depósito no pé da Barragem

Considerando o reservatório operado em sua cota máxima normal (El. 365,00m), foram calculadas as parcelas de sedimento que se depositam no pé do barramento e suas respectivas cotas alcançadas após n anos de operação, segundo a metodologia desenvolvida por Borland & Miller, apresentada em Carvalho, 1994. Para os cálculos e resultados foi utilizado o Software DPOSIT.

A Tabela 10 apresenta a cota de altura de sedimentos no pé da barragem, para cada horizonte de operação.

Tabela 6 – Altura de Sedimento no Pé da barragem – PCH VERDE 4

Tempo (anos)	Cota (m)	Tipo Reserv. Reservatório
1	343,571	
2	343,675	
3	343,661	
4	343,742	
5	344,003	
10	344,121	
20	344,669	
30	345,311	
40	345,818	
50	346,316	
60	346,91	
70	347,577	
80	348,232	
90	348,883	
100	349,422	
110	350,218	
120	351,071	Vida Útil
130	353,445	
140	355,3	
150	357,337	

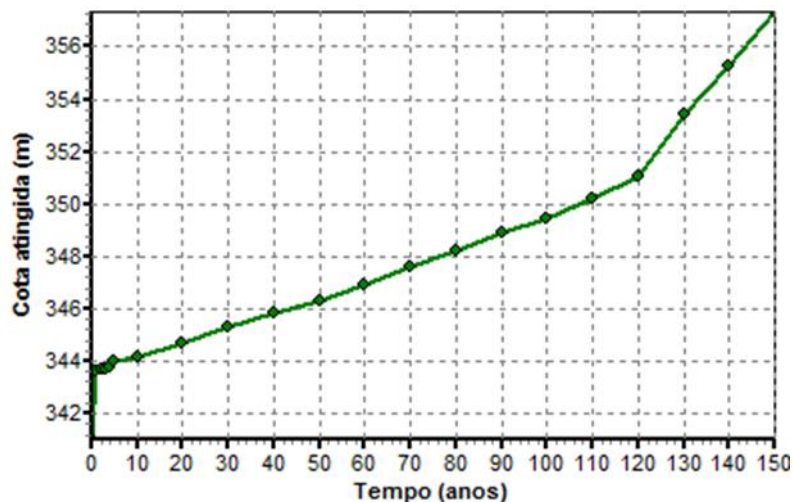


Figura 14 – Curva do Avanço do Assoreamento no Pé da Barragem jun/2021.

4. COMPARATIVO AEROFOTOGRAMÉTRICO



Figura 15 – Ortofoto junho/2020



Figura 16 – Ortofoto junho/2021



Figura 17 – Ortofoto junho/2020



Figura 18 – Ortofoto junho/2021

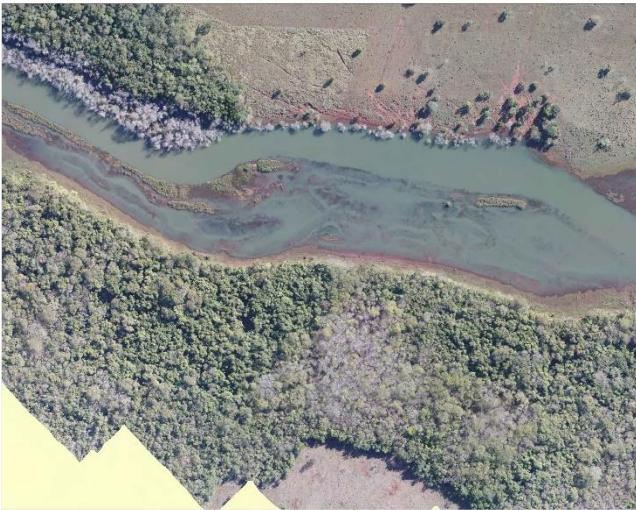


Figura 19 – Ortofoto junho/2020

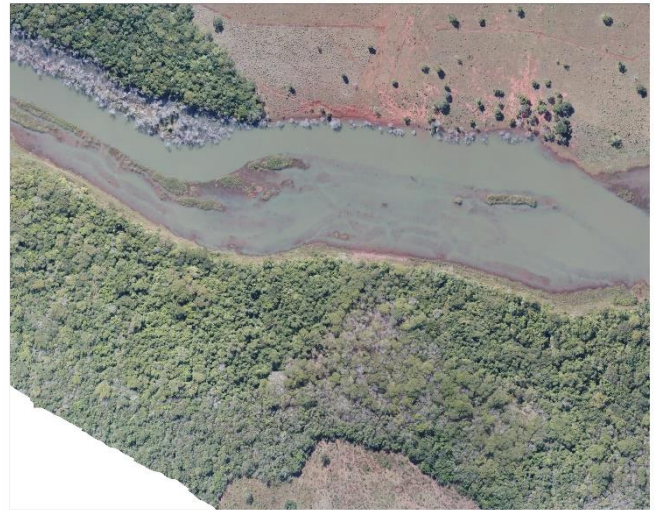


Figura 20 – Ortofoto junho/2021

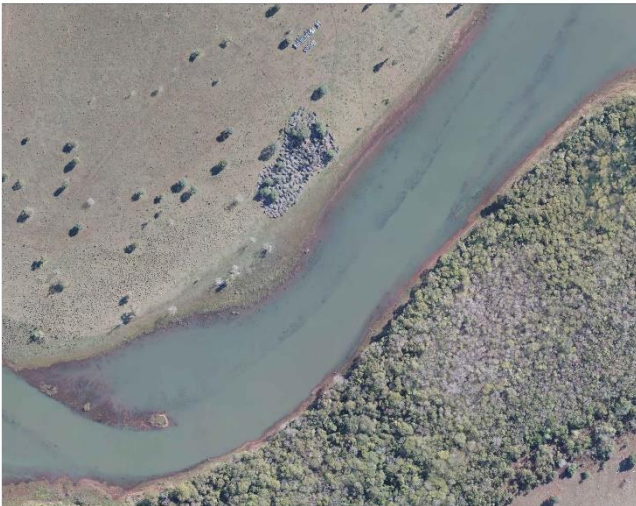


Figura 21 – Ortofoto junho/2020



Figura 22 – Ortofoto junho/2021



Figura 23 – Ortofoto junho/2020



Figura 24 – Ortofoto junho/2021



Figura 25 – Ortofoto junho/2020

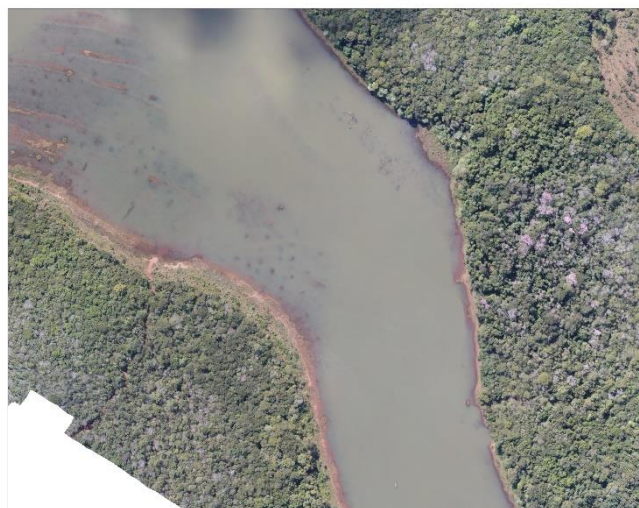


Figura 26 – Ortofoto junho/2021

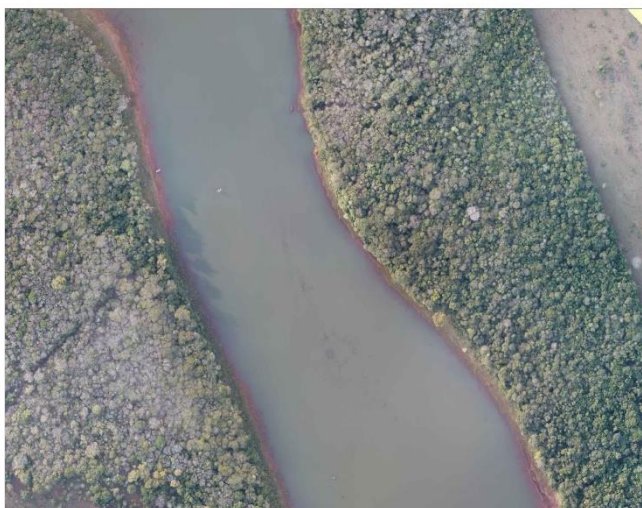


Figura 27 – Ortofoto junho/2020



Figura 28 – Ortofoto junho/2021

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a geração dos perfis das seções topobatimétricas ficou visível a conformação do leito do reservatório nos pontos monitorados apresentando uma forte tendência na estabilidade do material de fundo, o qual não apresentou acúmulos ou movimentação substanciais.

O mapeamento aerofotogramétrico da montante do reservatório gerou a imagem atualizada que está sendo fornecida pelo Grupo MS. Com este produto foi possível observar que o não houve acúmulo de material visível com relação a imagem do 1º semestre de 2020.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA / ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução conjunta ANEEL/ANA nº 03**, de 10 de agosto de 2010.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Orientação para atualização das curvas cota x área x volume**. Superintendência de Gestão de Rede Hidrometeorológica. Brasília, DF, 2013.

CORREA FILHO, C. R.; ALBERTIN, L. L.; MAUAD, F. F.; **Determinação dos polinômios cota x área x volume utilizando sonda Acoustic Doppler Profiler (ADP) do reservatório de Barra Bonita – SP**. Revista Minerva Pesquisa & Tecnologia. v.2, n.1, p.79-90, 2005.

ESTIGON, M.V.; MATOS, A. J. S.; MAUAD, F.F.; **Análise da orientação da ANA para atualização das curvas cota – área – volume de reservatórios**. X Encontro Estadual de Engenharia de Sedimentos. Foz do Iguaçu, PR, 2012.

FERREIRA, I. O; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, A. DE P.; **Levantamento batimétrico automatizado aplicado a gestão de recursos hídricos. Estudo de Caso: Represamento do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – MG**. IV Simpósio Brasileiro de Ciência Geodésicas. Recife, PE, 2012.

NAKAO, L. T. H.; KRUEGER, C. P.; **Análise dos métodos de posicionamento e dos parâmetros definidores da qualidade de um levantamento batimétrico**. Boletim de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná Curitiba, Brasil, v.23, n.3, p.418-433, 2017.