

RELATÓRIO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS

2º SEMESTRE 2020

FASE DE OPERAÇÃO

PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA CANTU 2



CURITIBA
DEZEMBRO/2020

SUMÁRIO

1	RELATÓRIO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH CANTU 2 - ANO DE 2020 – 2º SEMESTRE	1
1.2	RESPONSABILIDADES DA GESTÃO AMBIENTAL	1
1.1	INTRODUÇÃO.....	1
1.3	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	2
1.4	DADOS DA ÁREA E LOCALIZAÇÃO	2
1.5	RELAÇÃO DE PROGRAMAS MONITORADOS.....	4
2	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS DO RESERVATÓRIO E ENTORNO .6	
2.1	SUBPROGRAMA DE CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS	6
2.1.1	Justificativa	6
2.1.2	Objetivos.....	6
2.1.3	Atividades desenvolvidas	7
2.2	SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS MARGINAIS AO RESERVATÓRIO	7
2.2.1	Justificativa	7
2.2.2	Objetivos.....	7
2.2.3	Atividades Desenvolvidas.....	8
2.2.4	Registro Fotográfico	15
2.2.5	Considerações.....	24
2.3	SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E ÁREAS ADJACENTES DO RESERVATÓRIO.....	25
2.3.1	Justificativa	25
2.3.2	Objetivos.....	25
2.3.3	Atividades Desenvolvidas.....	26
2.3.4	Registro Fotográfico	46
2.3.5	Considerações.....	56
3	PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD).....	57
3.1	JUSTIFICATIVA	57
3.2	OBJETIVOS.....	57
3.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	58
3.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO	72
3.5	CONSIDERAÇÕES	73
4	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO	74
4.1	JUSTIFICATIVA	74
4.2	OBJETIVO.....	74
4.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	74
5	PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA	5
5.1	JUSTIFICATIVA	5
5.2	OBJETIVOS.....	5
5.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	6

6	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE A JUSANTE DA BARRAGEM	53
6.1	JUSTIFICATIVA	53
6.2	OBJETIVOS.....	53
6.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	53
6.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA	55
7.1	JUSTIFICATIVA	55
7.2	OBJETIVOS.....	55
7.3	ÁREAS AMOSTRAIS	55
7.4	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	58
7.5	RESULTADOS	61
7.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
8	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA	104
8.1	JUSTIFICATIVA	104
8.2	OBJETIVOS.....	104
8.3	ATIVIDADES REALIZADAS.....	105
9	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE	1
9.1	JUSTIFICATIVA	1
9.2	OBJETIVOS.....	1
9.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	1
9.3.1	Áreas Amostras	1
9.3.2	Metodologia	3
9.3.3	Resultados.....	13
9.3.4	Considerações.....	70
10	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL	73
10.1	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	73
11.1.1	Justificativa	73
11.1.2	Objetivos.....	73
11.1.3	Atividades Desenvolvidas.....	73
11.2	PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL	74
11.2.1	Justificativa	74
11.2.2	Objetivos.....	74
11.2.3	Atividades Desenvolvidas.....	74
11.2.5	Considerações.....	74
11	PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL – PACUERA.....	75
11.1	JUSTIFICATIVA.....	75
11.2	OBJETIVOS.....	75
11.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	76

11.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO	77
11.5	CONSIDERAÇÕES	81
12	PROGRAMA DE INDENIZAÇÃO E REMANEJAMENTO	82
12.1	JUSTIFICATIVA.....	82
12.2	OBJETIVOS.....	82
12.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	82
13	PLANO DE AÇÃO E EMERGÊNCIA (PAE) E PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO 85	
13.1	JUSTIFICATIVA.....	85
13.2	OBJETIVOS.....	85
13.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	86
13.4	CONSIDERAÇÕES	87
14	PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	88
14.1	JUSTIFICATIVA.....	88
14.2	OBJETIVO	88
14.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	88
15	LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 33945.....	90
16	EQUIPE TÉCNICA.....	97
17	ANEXOS	98
	ANEXO I – RELATÓRIO DE LIMNOLOGIA, QUALIDADE DA ÁGUA E ICTIOFAUNA – CAMPANHA DE MAIO/OUTUBRO DE 2020	98
	ANEXO II – RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE – CAMPANHA DE ABRIL/OUTUBRO DE 2020.....	99
	ANEXO III – –REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA.....	100
	ANEXO IV – DECLARAÇÃO PREFEITURA – COLETA DE RESÍDUOS	101
	ANEXO V – PUBLICAÇÃO – OUTORGA DE DIREITO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	102

1 RELATÓRIO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH CANTU 2 - ANO DE 2020 – 2º SEMESTRE

1.2 RESPONSABILIDADES DA GESTÃO AMBIENTAL

A empresa SOMA – CONSULTORIA AMBIENTAL é a responsável execução da Gestão Técnica Ambiental do Empreendimento. Os contatos com a SOMA podem ser feitos pelo telefone - (41) 3015 0805.

Desta forma, em atendimento às exigências prescritas na Licença de Operação Nº 33945, são apresentadas neste documento as atividades realizadas no período de julho a dezembro de 2020, e os resultados obtidos nos trabalhos e nas campanhas de monitoramento realizadas pela SOMA.



Figura 01: a PCH Cantu 2, visão para o barramento e reservatório.

1.1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo apresentar ao Instituto Água & Terra - IAT as atividades socioambientais desenvolvidas pela CANTU ENERGÉTICA S.A. na fase de operação da PCH CANTU 2, localizada no rio Cantu, no 2º semestre de 2020. As atividades desenvolvidas visam o atendimento da Licença de Operação - LO Nº

33945, obtida no dia 23 de dezembro de 2015 e com validade até 23 de dezembro de 2019, a qual se encontra em processo de renovação (Protocolo 15.979.610-8).

1.3 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- Razão Social: Cantu Energética S/A.
- Inscrição Estadual: Isenta
- CNPJ: 04.502.574/0001-19
- Cadastro Técnico Federal – CTF: 5505758
- Endereço: Avenida Engenheiro Domingos Ferreira, nº 2.589, 8º andar, sala 801 – Boa Viagem - CEP 51.020-030 – Recife/PE.
- Analista Ambiental: Gustavo Melo
- CPF: 038.713.424-75
- Endereço: Av. Engº Domingos Ferreira, 2589, 8º Andar, sala 801 - Boa Viagem - CEP: 51.020-031 – Recife/Pernambuco
- Endereço eletrônico: gustavo.melo@brennandenergia.com.br
- Telefone: (81) 2137.8907

1.4 DADOS DA ÁREA E LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Cantu está localizada na região centro-oeste do estado do Paraná, abrangendo os municípios de Campina da Lagoa, Nova Cantu, Roncador, Mato Rico, Pitanga, Altamira do Paraná, Laranjal, Palmital e Santa Maria do Oeste.

O rio Cantu, afluente da margem direita do rio Piquiri, nasce próximo à cidade de Pitanga/PR, percorre 226 km com sentido principal para oeste com área de drenagem de 2.957 km². A sua foz está localizada a aproximadamente 285 km a montante da confluência do rio Piquiri com o rio Paraná. O rio Cantu pode ser considerado um rio de pequeno a médio porte. O desnível total desde sua nascente (el. 480) até a foz (el. 320,00), é de 160 metros (m). As principais estruturas do aproveitamento, ou seja, barragem e casa de força estão situadas nas coordenadas geográficas 24°44'45"S/52°28'05"W e 24°44'50"S/52°28'25"W, respectivamente, entre os municípios de Nova Cantu e Roncador, pela margem direita, e Laranjal e

Palmital, pela margem esquerda. O empreendimento está localizado a aproximadamente 497,00 km da capital do Estado do Paraná, Curitiba.

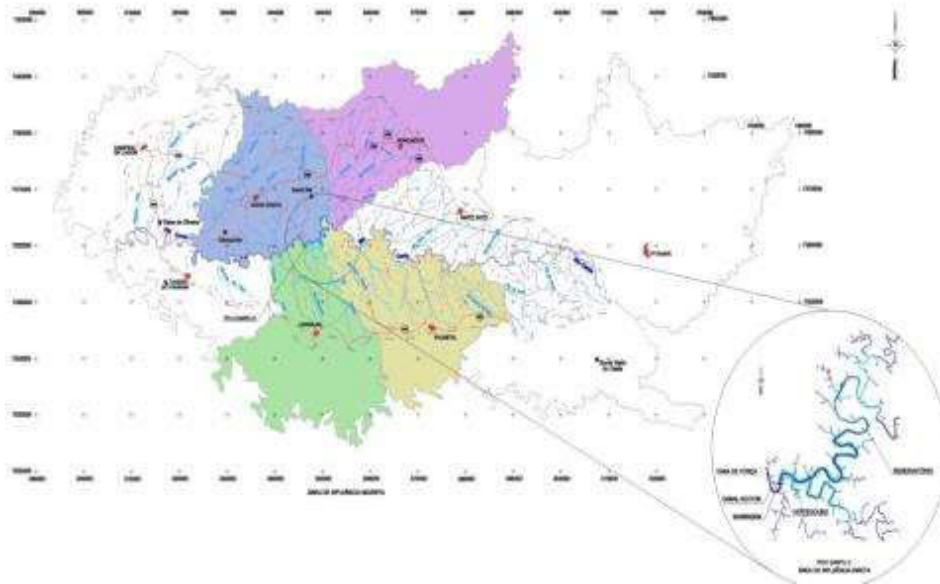


Figura 1.4.1: Localização do empreendimento em relação a Bacia do Piquiri.

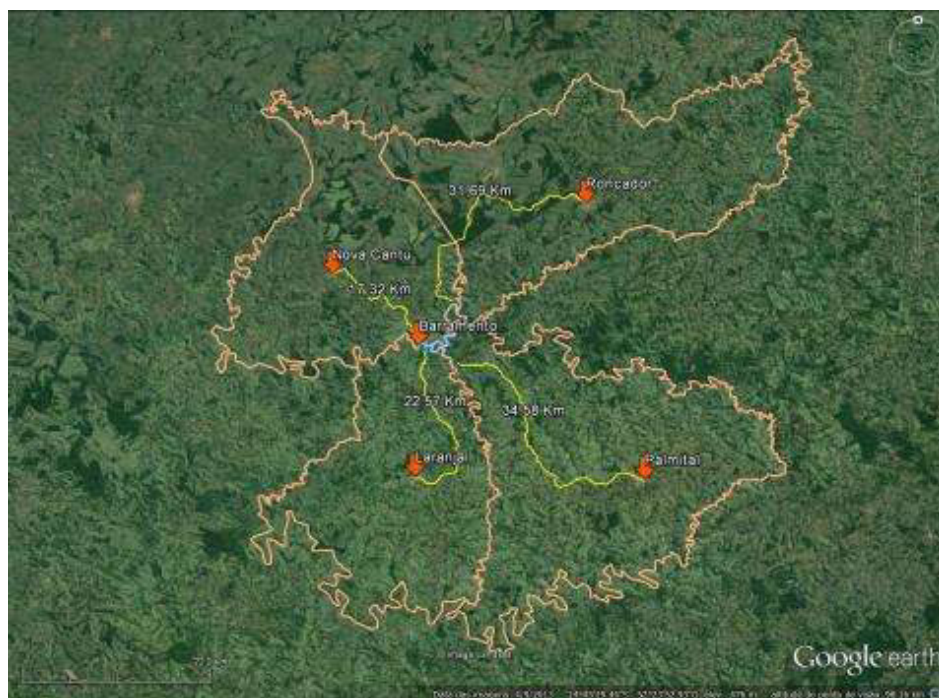


Figura 1.4.2: Distância aproximada das sedes municipais com relação ao Reservatório da PCH Cantu 2.

1.5 RELAÇÃO DE PROGRAMAS MONITORADOS

PROGRAMAS AMBIENTAIS
MEIO FÍSICO
Programa de Monitoramento das Áreas do Reservatório e Entorno
Subprograma de Controle dos Processos Erosivos
Subprograma de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao Reservatório
Subprograma de Monitoramento da Área de Preservação Permanente e Áreas Adjacentes do Reservatório
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
Programa de Monitoramento do Lençol Freático
Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água
Programa de Manutenção da Vazão Mínima Remanescente a Jusante da Barragem
MEIO BIOLÓGICO
Programa de Recomposição Florestal na Área de Preservação Permanente do Reservatório
Programa de Monitoramento da Flora
Programa de Monitoramento da Ictiofauna
Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre
MEIO SOCIOECONOMICO
Programa de Educação Ambiental
Programa de Comunicação Social e Ambiental
Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial – PACUERA
Programa de Indenização e Remanejamento
Plano de Ação de Emergência - PAE e Programa de Gerenciamento de Risco
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS

PCH CANTU 2

PROGRAMAS AMBIENTAIS



MONITORAMENTO PRAD



MONITORAMENTO FLORA



MONITORAMENTO FLORA



**MONITORAMENTO DA
QUALIDADE DA ÁGUA**



**MONITORAMENTO DA
ICTIOFAUNA**



MONITORAMENTO DA APP



MONITORAMENTO DA FAUNA



MONITORAMENTO DA FAUNA



EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Figura 1.5.1: Exemplos de Programas ambientais desenvolvidos pela Cantu Energética S.A. durante a fase de operação do empreendimento.

2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS DO RESERVATÓRIO E ENTORNO

Esse programa ambiental é dividido em três subprogramas, onde as atividades desenvolvidas em cada um deles, no 2º semestre de 2020 serão apresentadas nos seguintes itens desse relatório:

2.1 Subprograma de Controle de Processos Erosivos

2.2 Subprograma de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao Reservatório

2.3 Subprograma de Monitoramento da Área de Preservação Permanente e Áreas Adjacentes do Reservatório.

2.1 SUBPROGRAMA DE CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS

2.1.1 Justificativa

Esse subprograma tem o intuito de realizar o constante monitoramento das áreas de influência direta da PCH Cantu 2, a fim de identificar possíveis processos erosivos, que possam surgir em decorrência da formação do reservatório

2.1.2 Objetivos

O objetivo geral é:

- Identificar os focos de erosão no início da formação, e realizar medidas mitigadoras para que o processo erosivo naquele local seja interrompido.

Os objetivos específicos são:

- Monitorar constantemente a Área de Preservação Permanente.
- Realizar ações mitigadoras nos locais com focos erosivos.
- Minimizar o aporte de sedimentos nos corpos d'água, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e da geração de energia.

2.1.3 Atividades desenvolvidas

Os resultados do programa estão apresentados em conjunto com o subprograma 2.2.

2.2 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS MARGINAIS AO RESERVATÓRIO

2.2.1 Justificativa

As margens de um reservatório são locais onde a constante variação de nível promove uma zona de instabilidade. As elevações dos níveis da água, provocam o encharcamento do solo, o que impede com que a vegetação se estabeleça nessas áreas. Sem a proteção da vegetação, faz-se necessário o constante monitoramento dessas encostas, com o intuito de identificar áreas mais sensíveis, possibilitando a prevenção de deslizamentos de terra no entorno do reservatório da PCH Cantu 2.

2.2.2 Objetivos

O objetivo geral é realizar o constante monitoramento das encostas do reservatório, afim de identificar os focos de instabilidade nas encostas, e realizar ações locais e que visem a interrupção dos deslizamentos de terra.

Os objetivos específicos são:

- Mapear os locais de instabilidade no reservatório e as regiões mais sensíveis ao surgimento desse processo.
- Realizar ações mitigadoras nos locais com deslizamento de terra.
- Implementar medidas preventivas e/ou corretivas nos locais propensos à ocorrência de processos erosivos e escorregamentos nas encostas marginais;
- Minimizar o aporte de sedimentos nos corpos d'água, contribuindo para um menor assoreamento do reservatório da PCH Cantu 2.
- Contribuir para a segurança da barragem e da qualidade de geração de energia.

2.2.3 Atividades Desenvolvidas

As atividades desenvolvidas nos Subprogramas de Monitoramento dos Processos Erosivos e Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao Reservatório serão descritas em conjunto, bem como as considerações finais.

O monitoramento dos dois subprogramas é realizado em conjunto, onde a cada campanha todo o reservatório e Área de Preservação Permanente da PCH Cantu 2 são percorridos, seja por acessos terrestres ou fluviais. Durante as vistorias são observadas a presença ou não de deslocamentos de terra, assoreamentos e rachaduras no terreno, que possam vir a se tornar um processo erosivo.

No ano de 2020, foram realizadas duas campanhas de monitoramento, a primeira em abril e a segunda em novembro.

Na ocorrência de um deslizamento de terra ou foco erosivo, é feita a identificação do local e o foco é avaliado quanto ao tipo de solo encontrado, e se houve evolução ou não no tamanho do deslizamento.

Na campanha de novembro de 2020 foram verificados novamente os processos erosivos que já tinham sido identificados em campanhas anteriores, nos anos de 2018, 2019 e em abril de 2020. Durante o presente monitoramento (outubro de 2020) não foi observada evolução dos processos erosivos, sendo que alguns deles já apresentavam algumas em crescimento.

Na área do foco erosivo localizado na coordenada 22J 354382.95 / 7264166.44, foi observado o estabelecimento da vegetação forrageira conforme registrado no último relatório consolidado do ano de 2019.

O processo erosivo mais significativo existente no reservatório artificial da PCH Cantu 2, fica localizado no terço final deste, sobre a coordenada UTM 22J 355718 / 7266169 (Figura 2.2.3.1). Este vem sendo monitorado desde a fase de implantação do empreendimento e desde então não apresentou mais sinais de instabilidade nem evolução em tamanho.



Figura 2.2.3.1 – Processo erosivo localizado na margem esquerda do reservatório artificial da PCH Cantu 2, sem processo de evolução.

Outro processo erosivo monitorado está localizado na margem esquerda do Rio Branco, no município de Laranjal-PR, local onde atualmente o gado utiliza como travessia do rio (Figura 2.2.3.2). Neste local não foi observado evolução significativa em tamanho. A reparação e colocação do cercamento já foi iniciada e os locais receberão a devida recuperação quando necessário.



Figura 2.2.3.2 – Processo erosivo localizado na margem esquerda do reservatório artificial da PCH Cantu 2. Nota-se a presença de gado próximo a este.

Durante o monitoramento foi observada ainda a presença constante de gado fora dos corredores de dessedentação, em ambas as margens do reservatório, conforme ilustrada nos registros fotográficos abaixo (Figura 2.2.3.3 a 2.2.3.7). As coordenadas em UTM estão apresentadas na marca d'água das imagens.



Figura 2.2.3.3 – Presença de gado na APP da margem direita do reservatório da PCH Cantu 2.

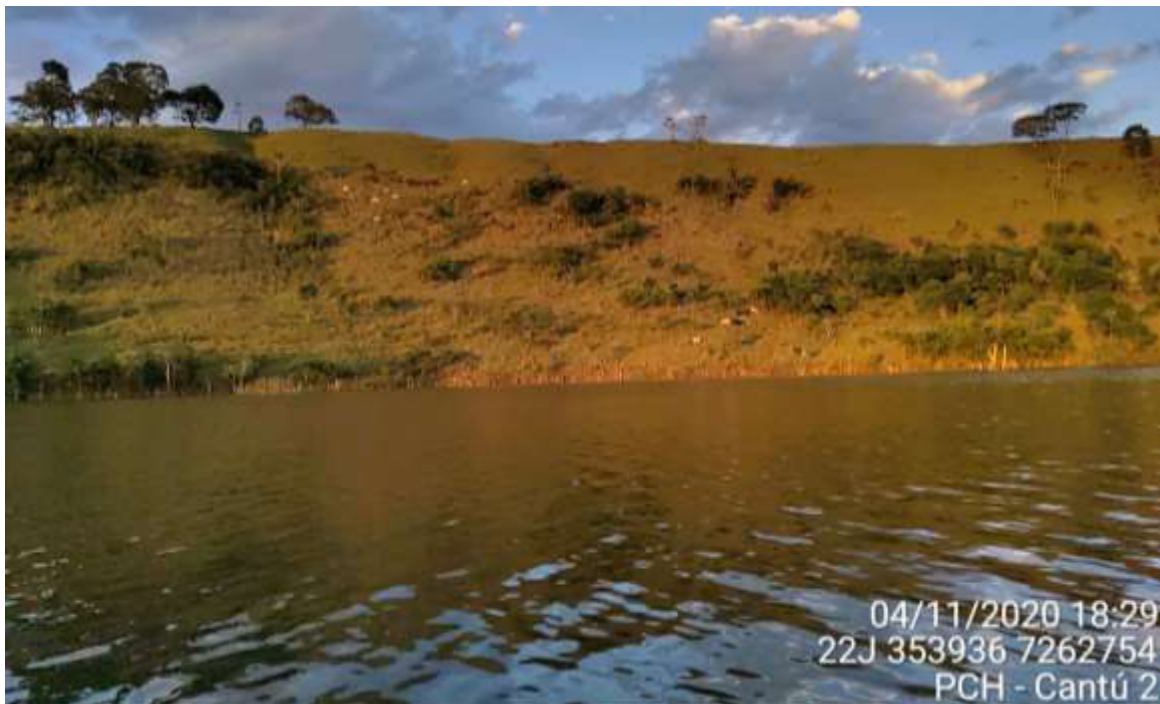


Figura 2.2.3.4 – Presença de gado na APP da margem direita do reservatório da PCH Cantu2.



Figura 2.2.3.5 – Presença de gado na APP da margem direita do reservatório da PCH Cantu2.



Figura 2.2.3.6 – Presença de gado na APP do reservatório artificial da PCH Cantu2.



Figura 2.2.3.7 – Presença de gado na APP da margem esquerda do reservatório da PCH Cantu2.

Apesar do grande registro de presença de gado devido a falta de cercamento, a Cantu Energética vem realizando a correção deste problema com a recuperação e colocação do cercamento, inicialmente na margem direita, e posteriormente estará sendo realizado na margem esquerda após o término do processo judicial em curso.

As Figuras a seguir apresentam o registro da recuperação e colocação do cercamento na margem direita.



Figura 2.2.3.8 - Atividade de recuperação e colocação de cercamento na margem direita, na propriedade do Sr. Sebastião Galvão



Figura 2.2.3.9 - Atividade de recuperação e colocação de cercamento na margem direita, na propriedade do Sr. Sebastião Galvão



Figura 2.2.3.10 - Recuperação e colocação de cercamento na margem direita, na propriedade do Sr. Sebastião Galvão



Figura 2.2.3.11 - Atividade de recuperação da cerca na margem direita, na propriedade do Sr. Sebastião Galvão

2.2.4 Registro Fotográfico



PCH CANTU 2	
FOTO	DESCRIÇÃO
	<p>Figura 2.2.4.1 - Barramento da PCH Cantu 2. Seta vermelha indicando a margem esquerda e seta azul a margem direita.</p>
	<p>Figura 2.2.4.2 - Barramento da PCH Cantu 2. Seta vermelha indicando a margem esquerda e seta azul a margem direita.</p>



Figura 2.2.4.3 - Rio Branco, presença de mata ciliar conservada em ambas as margens.



Figura 2.2.4.4 - Rio Branco, local de travessia de gado.



Figura 2.2.4.5 - Porção final do reservatório no rio Branco. Presença de faixa de mata ciliar conservada em ambas as margens.



Figura 2.2.4.6 – Margem esquerda do Rio Branco com mata ciliar preservada.



Figura 2.2.4.7 – Margem direita do Rio Branco com mata ciliar em processo de regeneração natural.



Figura 2.2.4.8 – Margem direita do Rio Branco. Nota-se presença de gado e mata ciliar fragmentada. Neste ponto é importante ressaltar que para o cercamento ser implantado ainda está em curso o processo judicial.



Figura 2.2.4.9 - Rio Azul presença de mata ciliar conservada em ambas as margens.



Figura 2.2.4.10 - Margem direita do Rio Cantu com presença de gado na APP. O cercamento em curso neste ponto visa impedir que o gado continue tendo acesso.



Figura 2.2.4.11
– Margem esquerda do Rio Cantu, presença de mata ciliar conservada.



Figura 2.2.4.12
- Margem direita do Rio Cantu com presença de gado na APP.



Figura 2.2.4.13
- Margem
direita do Rio
Cantu com
presença de
gado na APP.



Figura 2.2.4.14
- Margem
direita do Rio
Cantu.

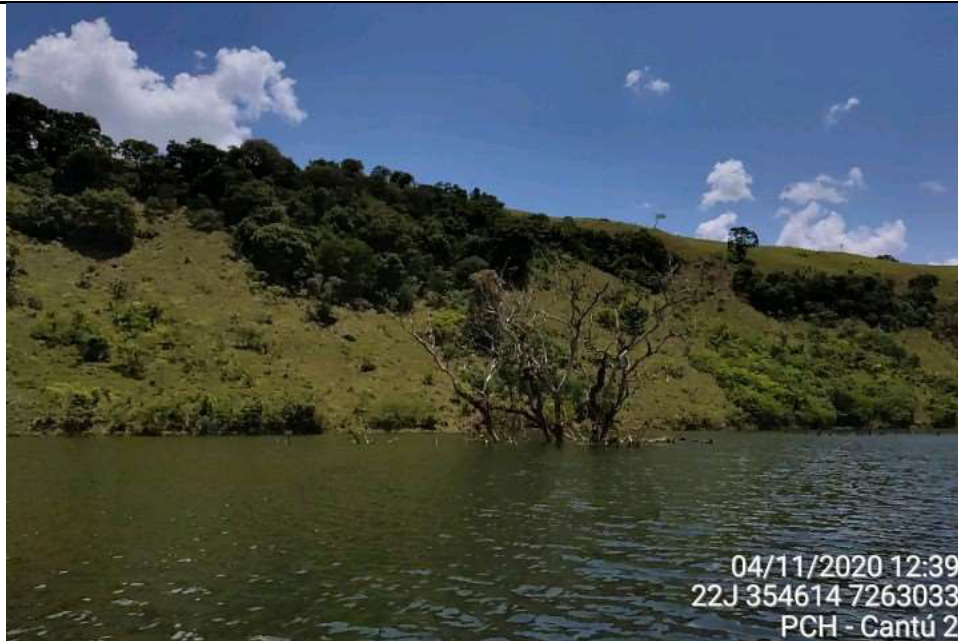


Figura 2.2.4.15
- Margem
direita do Rio
Cantu.



Figura 2.2.4.16
- Margem
esquerda do
Rio Cantu APP
em fase de
regeneração
natural. Cabe
ressaltar que a
APP nesta
margem ainda
não está
cercada, o que
depende do
término da ação
judicial em
curso.



Figura 2.2.4.17
- Margem
direita do Rio
Cantu com
presença de
gado na APP.

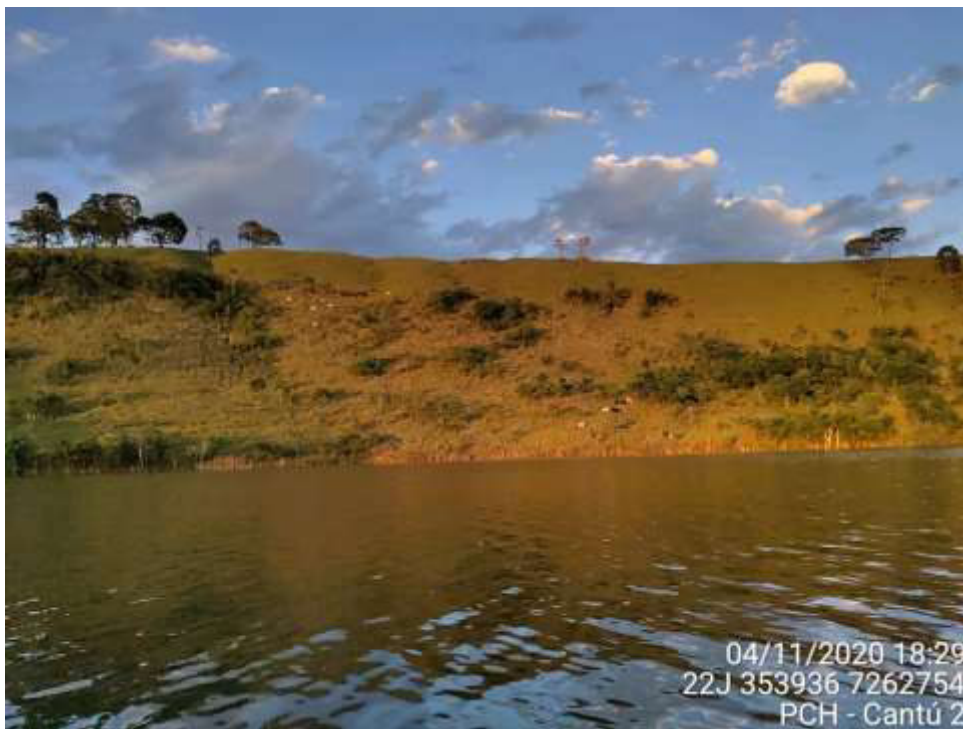


Figura 2.2.4.18
- Margem
direita do Rio
Cantu com
presença de
gado na APP.

2.2.5 Considerações

Durante a vistoria foi possível verificar que os pontos que já estão sendo monitorados vêm se mantendo estáveis não tendo sido evidenciados avanços/surgimentos de novos processos erosivos.

O registro de deslizamento de terra verificado primeiramente no ano 2018, e que durante o monitoramento no ano de 2019 foi verificada a sua estabilidade e presença de vegetação. Novamente no ano de 2020 se apresentou estável durante o presente estudo.

O processo erosivo localizado no terço final do reservatório não apresentou evoluções em tamanho ou largura, contudo as características geológicas do solo neste local (com afloramento de rochas) dificultam o estabelecimento da vegetação, processo importante na prevenção da evolução do processo erosivo.

A presença de gado na APP do reservatório da PCH Cantu 2 novamente se mostrou muito frequente em boa parte das áreas vistoriadas durante o presente monitoramento, confirmando o que já havia sido constatado nos monitoramentos anteriores.

A Cantu Energética vem buscando solucionar o problema de entrada de gado na APP, principalmente ao longo da margem direita, onde está sendo realizada a construção e recuperação do cercamento ao longo da APP do reservatório.

Durante o ano de 2020 não foram constatadas novas áreas com solo exposto na Área de Preservação Permanente e também nas encostas marginais do reservatório artificial da PCH Cantu 2, exceto por dois únicos pontos com processos erosivos estáveis citados neste estudo, juntamente com a faixa de variação de nível da água no reservatório. Fato que pode estar diretamente relacionado ao baixo regime de chuvas fortes para o período em todo o estado do Paraná. Sendo que um dos principais fatores de incidência de deslizamentos de solo está diretamente vinculado a sua saturação hídrica relacionada à grandes acumulados de chuvas em curtos períodos de tempo.

2.3 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E ÁREAS ADJACENTES DO RESERVATÓRIO

2.3.1 Justificativa

Antes da formação do reservatório da PCH Cantu 2, foi estipulado juntamente com os órgãos ambientais competentes, que a faixa de mata ciliar na porção alagada seria de 100 metros a partir da cota normal da água, exceto em algumas áreas dos afluentes Rio Azul e Branco em que foram definidas uma faixa de 50 metros. Sendo assim, para a sua preservação, todo o perímetro da APP teria que ser cercado, com o intuito de promover a regeneração natural no local. Também foram conduzidas, atividades de plantio de mudas nativas, em áreas onde anteriormente eram utilizadas pela agricultura. A conservação de matas ciliares, são essenciais para manutenção da qualidade ambiental de corpos hídricos. Conseqüentemente tem um papel importante na geração de energia, uma vez que garantem as vazões necessárias para essa atividade.

2.3.2 Objetivos

O objetivo geral desse programa é:

- Avaliar o andamento da sucessão ecológica bem como do plantio das mudas nativas na atual APP do reservatório da PCH Cantu 2 e promover a preservação ambiental através da manutenção de um corredor florestal.

Os objetivos específicos são:

- Avaliar se está ocorrendo invasões nas áreas de preservação permanente, que possam prejudicar o processo de sucessão ecológica e crescimento das mudas plantadas.
- Diagnosticar os locais mais sensíveis ao andamento da regeneração natural e propor ações que irão auxiliar na sucessão ecológica.
- Avaliar a integridade da cerca, utilizada para cercar o perímetro da APP.

2.3.3 Atividades Desenvolvidas

No primeiro ano de operação, em 2015, foram alocadas no reservatório da PCH Cantu 2, seis parcelas de monitoramento da flora (Tabela 2.3.3.1), três em cada margem, com 25m² cada (5m x 5m). Quatro dessas parcelas, contemplam áreas nas quais foi realizado o plantio de mudas nativas, e duas estão em locais onde somente foi realizado o cercamento.

Neste sentido dando sequência as campanhas de monitoramento dos anos anteriores, em 2020 foram realizadas duas campanhas de monitoramento da flora na APP do reservatório, uma em abril e outra em outubro.

Tabela 2.3.3.1 - Coordenadas das parcelas de monitoramento da flora na APP.

Local	Coordenadas UTM Fuso 22J	
Parcela 01 MD	355937	7266800
Parcela 02 MD	354437	7266702
Parcela 03 MD	352444	7262405
Parcela 04 ME	354867	7262960
Parcela 05 ME	354988	7262612
Parcela 06 ME	352102	7262267

Áreas Amostrais:

Parcela 01 MD Fernando Mariot – Esta parcela está situada em área antes ocupada por lavoura de monoculturas. Com a formação do reservatório e consequente instalação das cercas na atual APP do reservatório, foram plantadas cerca de 23.000 mudas nessa área, totalizando quase 6 hectares de plantio.

Parcela 02 MD Juarez Borgio - Esta parcela está situada em área antes ocupada por lavoura de monoculturas. Na região foram plantadas cerca de 6.000 mudas nativas.

Parcela 03 MD Ivo Demarco – Esta parcela está situada em área antes ocupada por pastejo de animais. Pelas características da área, optou-se pela manutenção da regeneração natural, onde esta está sendo monitorada por esse programa.

Parcela 04 ME João M. Virmond (Burro Branco) – Esta parcela está situada em área antes ocupada por pastejo de animais. Nesse local foram plantadas cerca de 750 mudas nativas, em uma área de aproximadamente 8.000 m².

Parcela 05 ME João M. Virmond (Burro Branco) – Esta parcela está situada em área antes ocupada por pastejo de animais. Em uma área de aproximadamente 5.000 m² foram plantadas cerca de 550 mudas.

Parcela 06 ME Agropecuária Guapiara – Esta parcela está situada em área antes ocupada por pastejo de animais. Como a parcela 03, esta área não recebeu o plantio de mudas nativas, somente foi cercada, e a regeneração natural está sendo monitorada no local.



Figura 2.3.3.1 - Mapa e localização das parcelas de monitoramento da flora da APP no reservatório da PCH Cantu 2.

Coleta de Dados:

Como exposto anteriormente, em 2020 foram realizadas duas campanhas de monitoramento, uma em abril e outra em novembro. Os indivíduos arbóreos presentes dentro das parcelas foram identificados quanto à família, gênero e espécie. Foram marcados com o auxílio de uma plaqueta seriada, fixada em um tutor próximo e medidos quanto a altura e diâmetro da base do tronco.

Para medição da altura foi utilizada uma fita métrica ou trena e para aferição do diâmetro foi utilizado um paquímetro ou fita métrica (Figuras 2.3.3.2 e 2.3.3.3).



Figura 2.3.3.2 - Medição do diâmetro de um exemplar arbóreo.



Figura 2.3.4.3 - Anotação dos dados em planilhas de campo.

Os dados obtidos foram anotados em planilhas de campo e posteriormente tabulados para melhor visualização dos resultados (Tabela 2.3.3.2).

Tabela 2.3.3.2- Dados obtidos nas campanhas de monitoramento da APP durante o ano 2020. Legenda: NE = Não Encontrado

PROJETO PCH CANTU 2																	
SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA APP E ÁREAS ADJACENTES																	
PARCELA 1																	
Ocupação anterior: Lavoura de Monoculturas																	
Coordenadas (UTM): 22J 355837 / 7266800																	
Parcela 5 x 5 m: --> Fernando Mariot (MD)																	
Árvore. N°	Dez.	Abril.	Nov.	Maió.	Nov.	Abr.	Nov.	Dez.	Abril.	Nov.	Maió.	Nov.	Abr.	Nov.	FAMÍLIA	Espécie / Nome Vulgar	
	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020			
DIÂMETRO (DAB) cm								ALTURA (m)									
10359--6438	3,58	3,88	4,04	4,522	4,32	4,32	4,32	0,96	1	1,67	1,7	1,3	1,5	1,5	Malvaceae	<i>Chorizia speciosa</i> / Painera-rosa	
1835--6403	8,55	8,44	9,05	12,58	19,89	19,89	19,89	3	3,2	3,5	4	4,5	5	5	Anacardiaceae	<i>Schinus terebenthifolius</i> / Aroeira-vermelha	
A1837--6219	8,48	13,3	14,49	19,968	12,73	12,73	13	4	4	4,5	5,5	5,5	6	6	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> / Aroeira-salsa	
A0966--6997	5,84	5,7	6,14	7,962	8,02	8,02	8,02	4,5	4,5	4,8	5,5	5,5	8	8	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> / Aroeira-salsa	
10304--6932	0,73	1,9	2,19	3,025	Morta	Morta	Morta	0,8	1,26	1,33	2	Morta	Morta	Morta	Fabaceae	<i>Erythrina velunia</i> / Corticeira	

PARCELA 2																
Ocupação anterior: Lavoura de Monoculturas																
Coordenadas (UTM): 22J 354437 / 7266702																
Parcela 5 x 5 m: --> Juarez Borgio (MD)																
Árvore. N°	Dez.	Abril.	Nov.	Maio.	Nov.	Abr.	Nov.	Dez.	Abril.	Nov.	Maio.	Nov.	Abr.	Nov.	FAMÍLIA	Espécie / Nome Vulgar
	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020		
	DIÂMETRO (DAB) cm							ALTURA (m)								
10893-- A0991	15,89	20,06	20,38	21,21	21,33	21,74	24,19	6	6,5	6,5	6,5	6,5	7	7	Solanaceae	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> / Fumo-bravo
10897-- 6754	2,19	2,19	2,1	6,35	Morta	Morta	Morta	3,5	3	3	3,5	Morta	Morta	Morta	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> / Piriquiteira
10894-- 6435	2,22	5,41	6,68	12,5	12,73	12,73	13	3,8	4,5	4,8	4,8	5	5,5	5,5	Anacardiaceae	<i>Schinus terebenthifolius</i> / Aroeira-vermelha
A0688	10,83	11,62	14,9	17,2	17,22	17,22	19	4,5	4,5	5	5,5	5,5	6	6	Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> / Timburi
6452	3,11	4,45	4,61	5,72	5,8	5,8	7,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	Fabaceae	<i>Acacia</i> sp. 1 / Arranha-gato

PARCELA 3

Ocupação anterior: Pastejo de Animais

Coordenadas (UTM): 22J 352444 / 7262405

Parcela 5 x 5 m: --> Ivo Demarco (MD)

Árvore. N°	Dez.	Abril.	Nov.	Maió.	Nov.	Abr.	Nov.	Dez.	Abril.	Nov.	Maió.	Nov.	Abr.	Nov.	FAMÍLIA	Espécie / Nome Vulgar	
	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020			
DIÂMETRO (DAB) cm								ALTURA (m)									
A1407-- 6990	0,8	2,38	2,38	3,6	3,97	3,97	4,00	1,35	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	
A1406-- A2373-- 6888	1,66	1,78	1,87	3,34	3,69	3,69	3,70	1,5	1,7	1,5	1,7	1,75	1,75	2	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leitero	
103364-- A1443--6	2,35	1,56	2,07	2,99	3,66	3,66	3,70	1,65	1,65	1	1,5	1,5	1,5	1,5	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	
10336-- A1463-- A2357-- 6462	0,8	1,97	2,38	4,65	4,93	4,93	5,09	1	1,9	1,9	2,3	3	3	3	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	
A1471-- A2334-- A1655	2,12	2,57	3,72	5,41	5,54	5,54	5,55	1,86	2,3	2,5	2,6	2,8	2,8	3	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	
A2357					2,32	NE	NE						1,00	NE	NE	?	

PARCELA 4

Ocupação anterior: Pestejo de Animais

Coordenadas (UTM): 22J 354867 / 7262960

Parcela 5 x 5 m: --> João Maurício Virmond1 (ME)

Árvore. N°	Dez.	Abril.	Nov.	Maio.	Nov.	Abr.	Nov.	Dez.	Abril.	Nov.	Maio.	Nov.	Abr.	Nov.	FAMÍLIA	Espécie / Nome Vulgar	
	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020			
DIÂMETRO (DAB) cm								ALTURA (m)									
A0969	4,56	5,13	5,17	5,21	NE	NE	NE	2,2	2,3	2,4	2,5	NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> / Timburi	
820	2,3	2,4	2,5	2,7	NE	NE	NE	0,65	1	1,2	1,4	NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Macherium stipitatum</i> / Sapuva CF.	
A2390 (A1037)	4,91	2,98	NE		NE	NE	NE	2	2,2	NE		NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> / Timburi	
A1034	2,39	NE	NE	NE	NE	NE	NE	1,2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Macherium stipitatum</i> / Sapuva	
A1662	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Fabaceae	CF. <i>Pleurothrobium</i> sp. 1 / Canafistula	

PARCELA 5																
Ocupação anterior: Pastejo de Animais																
Coordenadas (UTM): 22J 354998 / 7262612																
Parcela 5 x 5 m: --> João Maurício Virmond2 (ME)																
Árvore. N°	Dez.	Abril.	Nov.	Maió.	Nov.	Abr.	Nov.	Dez.	Abril.	Nov.	Maió.	Nov.	Abr.	Nov.	FAMÍLIA	Espécie / Nome Vulgar
	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020		
	DIÂMETRO (DAB) cm							ALTURA (m)								
A2391	4,7	NE	NE		NE	NE	NE	2	NE	NE		NE	NE	NE	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato
A2392	10	11,2	11,9	12,2	NE	NE	NE	2	2,11	2,16	2,35	NE	NE	NE	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato
Sem Placa	1,18	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0,81	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
A0968	0,7	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0,62	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó

PARCELA 6

Ocupação anterior: Campo Sujo ("CAPOEIRÃO")

Coordenadas (UTM): 22J 352102 / 7262267

Parcela 5 x 5 m: --> Agropecuária Guapiara (ME)

Árvore. N°	Dez.	Abril.	Nov.	Maio.	Nov.	Abr.	Nov.	Dez.	Abril.	Nov.	Maio.	Nov.	Abr.	Nov.	FAMÍLIA	Espécie / Nome Vulgar
	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2017	2018	2018	2019	2019	2020	2020		
DIÂMETRO (DAB) cm							ALTURA (m)									
A2363-- A2363-- A1051	3,85	4,61	3,98	4,17	4,42	4,647	5,73	3,5	3,8	3,5	3,5	4	4	4	Celastraceae	<i>Maytenus aquifolium</i> / Espinheira-santa
10856-- A2370-- A1060	3,66	4,17	4,14	4,81	5,25	5,825	7,321	4	4,1	3,5	4	4	4	4	Fabaceae	<i>Muelleria campestris</i> / Cigarreira
58-A1458- A1085	0,98	2,32	3,18	Morta	Morta	3,024	3,024	1,6	2	1	Morta	Morta	1,5	1	Fabaceae	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
10335-- A2371-- A0963-- A1074	3,79	4,29	9,2	5,54	5,63	6,048	8,754	3,5	3,6	4	4,5	4,5	4,5	4,5	Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
A1478-- A1078	3,02	3,94	4,14	4,59	4,64	4,806		3,5	3,5	4,5	4	4	4	4	Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> / Pata- de-vaca
A2337-- A1083	2,94	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	0,8	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Urticaceae	<i>Cecropia pachystakya</i> / Embaúba

A2365-- A2369-- A1084	2,55	2,38	2,54	3,03	3,03	3,025	2,546	1,5	1,7	2	3	1,3	1,5	1,5	Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	
A1429-- A1076	3,53	2,3	2,54	3,18	3,34	3,34	NE	2,3	2,7	2,7	3	3	3	NE	Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	
10822-- A1082	1,57	2,73	4,45	4,97	2,3	2,387	2,5	2,45	2,5	2,5	2,5	3	3	3	Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	
10372					2,55	2,55	2,55						3,2	3,5	3,5	Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva
10827-- A0692	6,2	6,75	7,96	4,62	4,47	4,47	5,252	2,5	2,5	2,5	3	3,5	3,5	3,5	Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> / Sete- capote	
10821-- A1044	1,44	1,3	1	1,31	2,07	2,101	2,2	0,71	1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,37	Fabaceae	<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão	
A1483-- A2353-- A1043	3,57	3,69	4,14	4,68	4,77	5,22	5,73	2,6	3	3,5	4	4	4	4	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinense</i> / Leiteiro	
A2369-- A23675-- A1645	2,3	2,92	0	3,03	NE	NE	NE	2	2,5	0	1	NE	NE	NE	Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	
A1494-- A0614	2,7	3,34	3,82	3,98	3,98	4,234	5,093	3,2	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	
10858					5,41	5,73	7,639						5	5	5	Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia

Análise dos Dados:

O crescimento dos indivíduos dentro das parcelas foi avaliado através da evolução da soma dos Diâmetros da Base e Altura dentro das parcelas e entres os meses de amostragem. As parcelas também foram comparadas com a média geral de todas as parcelas, a fim de identificar qual região está mais favorável ao estabelecimento da APP e qual está tendo maiores dificuldades.

Resultados:

PARCELAS AMOSTRAIS

As parcelas 04 e 05 apresentaram quedas gradativas no crescimento em biomassa, causadas diretamente pela exclusão de seus indivíduos, sendo totalmente excluídos a partir de novembro de 2019, anulando completamente esta unidade amostral. A hipótese mais provável relacionada ao desaparecimento de todos os exemplares das parcelas 4 e 5 pode estar relacionada a predação de seus exemplares pelo gado. Visto que estes animais já haviam sido evidenciados nas áreas em questão em outros momentos.

As demais parcelas exibiram pequenas variações em relação ao seu gradiente de diâmetro e altura, com uma leve tendência de crescimento destas duas variáveis, conforme apresentado a seguir.

PARCELA 01:

Com exceção desta última campanha, essa unidade amostral apresentou resultados positivos em todas as outras, tanto em crescimento de biomassa quanto em altura. Entre os anos de 2017 e 2018 o crescimento em diâmetro ultrapassou os 30% (Figura 2.3.3.4), sendo que, o crescimento em altura também atingiu taxas elevadas, de 28% entre os anos de 2017 e 2018 (Figura 2.3.3.5). Durante a campanha de 2019 esta parcela teve um pequeno retrocesso nessas variáveis devido a mortalidade de um único indivíduo. E no ano de 2020 não houve crescimento em diâmetro nos indivíduos desta parcela somente um discreto crescimento em altura.

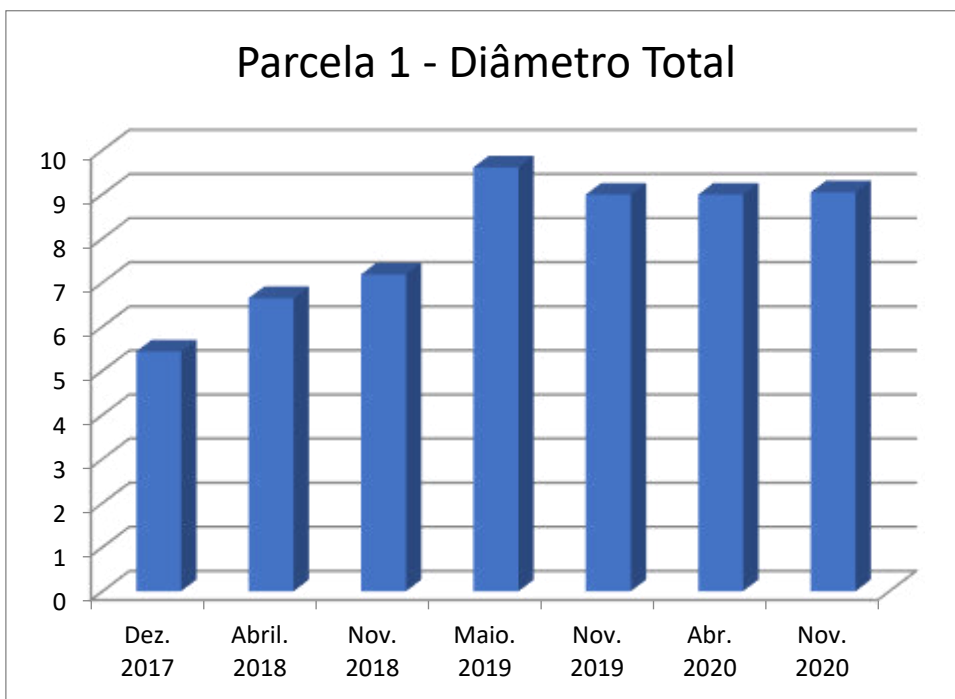


Figura 2.3.3.4 - Valores de Diâmetro total (cm) por campanha da Parcela 01.

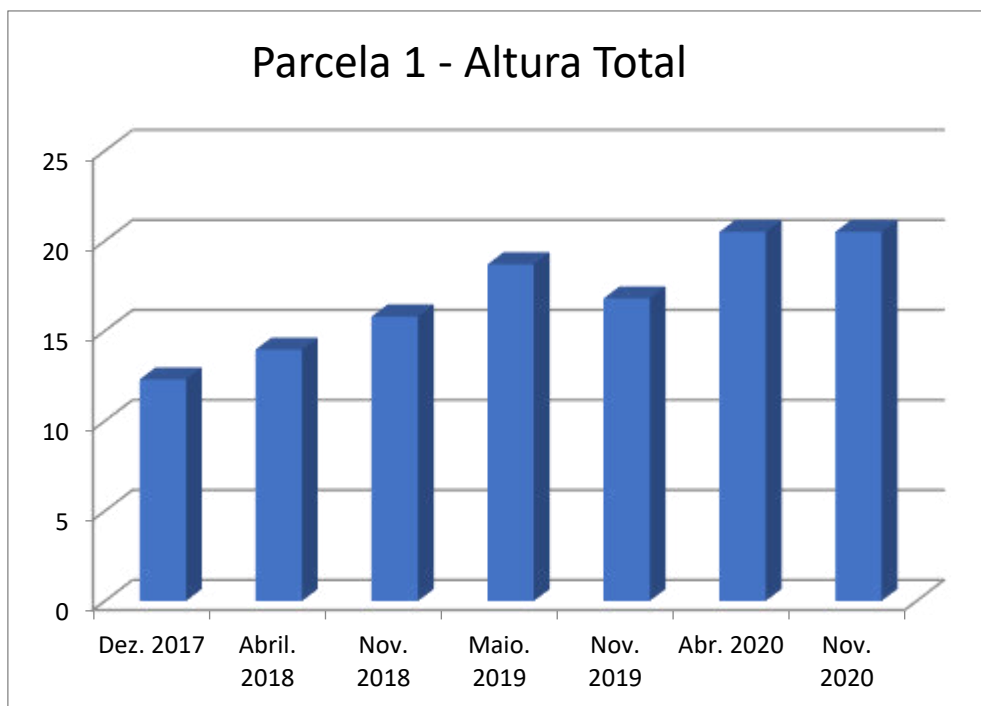


Figura 2.3.2.5 - Valores de Altura total (metros) por campanha da Parcela 01.

PARCELA 02:

Nessa parcela também foi observado um crescimento constante em diâmetro ao longo das campanhas até a campanha de novembro de 2019 (Figura 2.3.5.6). No ano de 2018 houve um ganho de aproximadamente 11% em biomassa, já entre os anos de 2017 e 2018 esse valor chega a 42%. Contudo após o ano de 2019 esses valores se apresentaram mais estáveis, tendendo a um leve crescimento no ano de 2020.

Os valores de altura total também exibem essa tendência de crescimento, porém em um ritmo menos acelerado (Figura 2.3.5.7). No ano de 2018 esse crescimento foi de quase 4%, e entre os anos de 2017 e 2018, de 7%, já na campanha de 2019 esses valores tiveram uma abrupta queda devido a mortalidade de um indivíduo da parcela e após o ano de 2019 esse crescimento se apresentou menor.

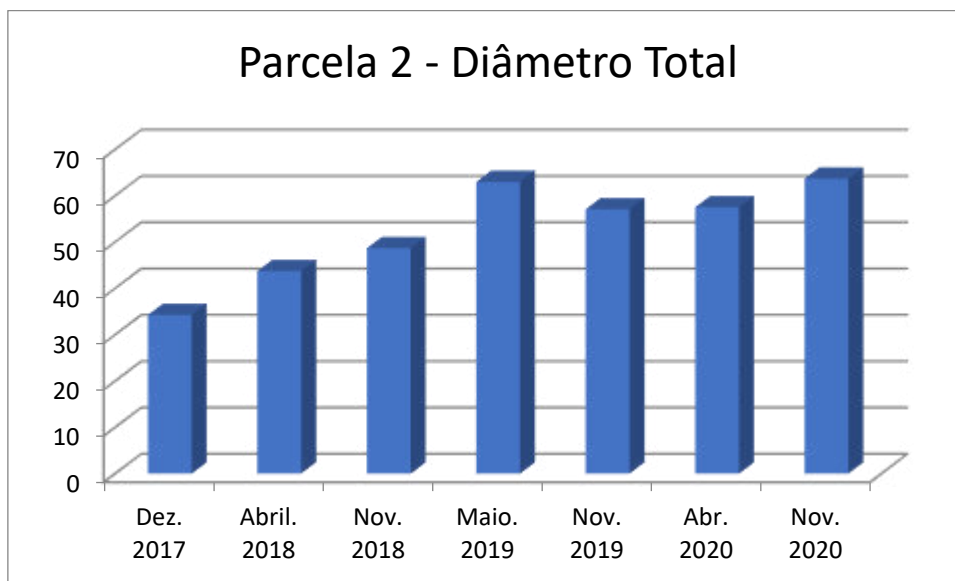


Figura 2.3.3.6 - Valores de Diâmetro total (cm) por campanha da Parcela 02.

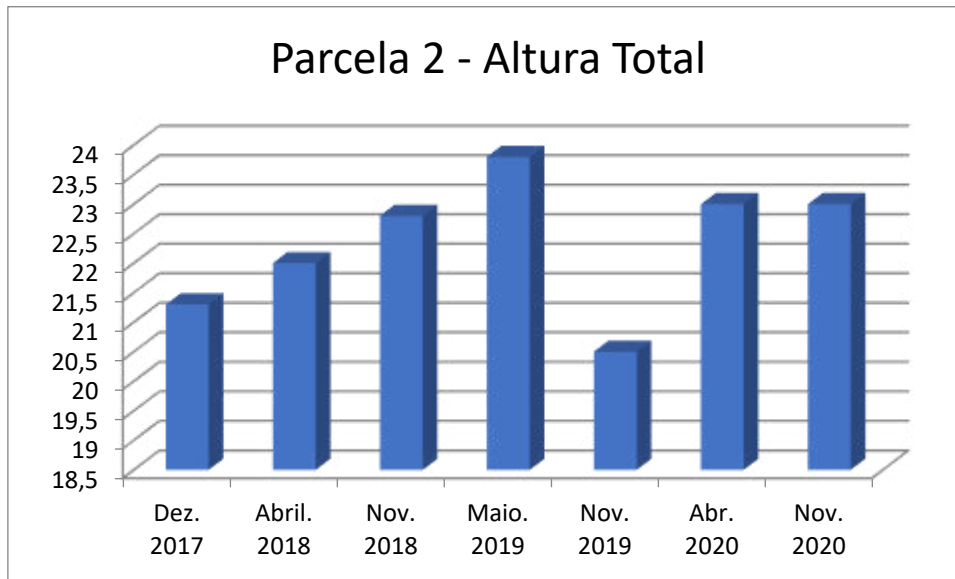


Figura 2.3.3.7 - Valores de Altura total (metros) por campanha da Parcela 02.

PARCELA 03:

Nessa parcela foi observado o maior crescimento em diâmetro (Figura 2.3.3.8). As taxas de crescimento entre os anos de 2017 e 2018 foram em torno de 60%, no ano de 2018 foi de 21%, e entre novembro de 2018 e novembro de 2019 em torno de 94%, contudo, com o desaparecimento de um exemplar durante as campanhas de 2020 estas taxas não apresentaram crescimento significativo.

Em geral, os valores de altura total também acompanham essa tendência de crescimento (Figura 2.3.3.9). Houve um aumento no tamanho das mudas entre o ano de 2017 e a campanha de abril de 2018. Contudo, entre as campanhas de abril e novembro de 2018, é registrado uma diminuição de 6%, porém ficando ainda com valores superiores ao ano de 2017. Já as variáveis de altura comparadas entre as campanhas de novembro de 2018 a novembro de 2019 apresentaram um aumento de 36%. Em 2020 devido a um exemplar que não foi encontrado durante as duas campanhas a curva de crescimento foi afetada drasticamente.

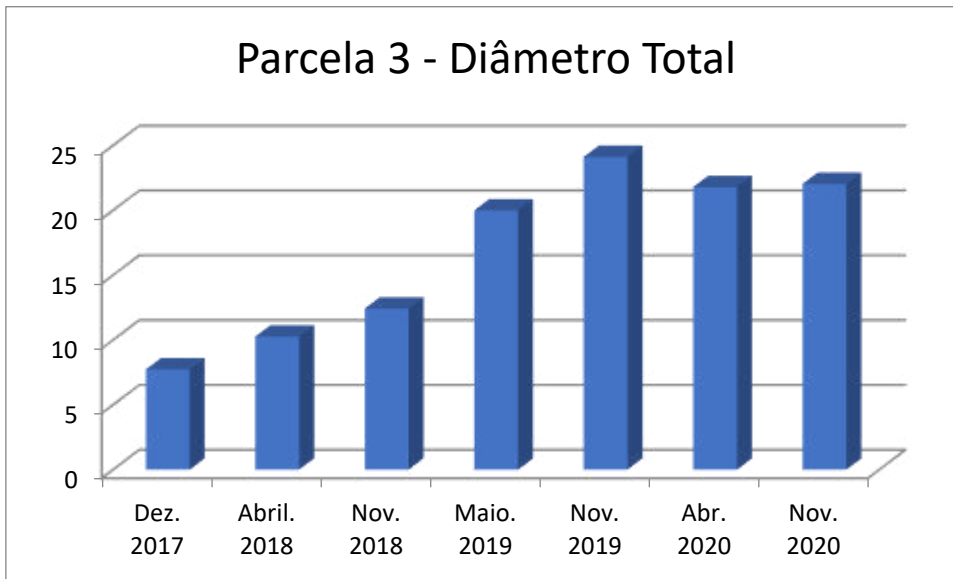


Figura 2.3.3.8 - Valores de Diâmetro total (cm) por campanha na Parcela 03.

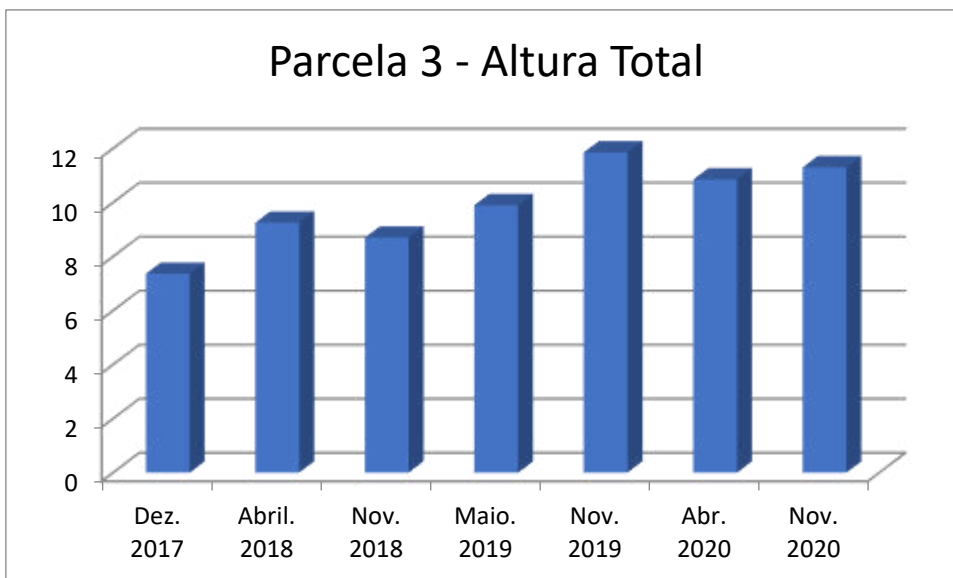


Figura 2.3.3.9 - Valores de altura total (metros) por campanha na Parcela 03.

PARCELA 04:

No ano de 2018 foram registradas duas mortes dentro da parcela, o que ocasionou em uma diminuição nos valores totais de diâmetro (Figura 2.3.3.10) e altura (Figura 2.3.3.11). Individualmente, os indivíduos arbóreos presentes na parcela, exibiram um padrão de crescimento constante entre as campanhas, se

assemelhando com os resultados obtidos nas outras unidades amostrais. No entanto, devido ao fato dos indivíduos desta parcela não terem sido encontrados nas últimas campanhas (2019 e 2020), acarretou a exclusão deste comparativo.

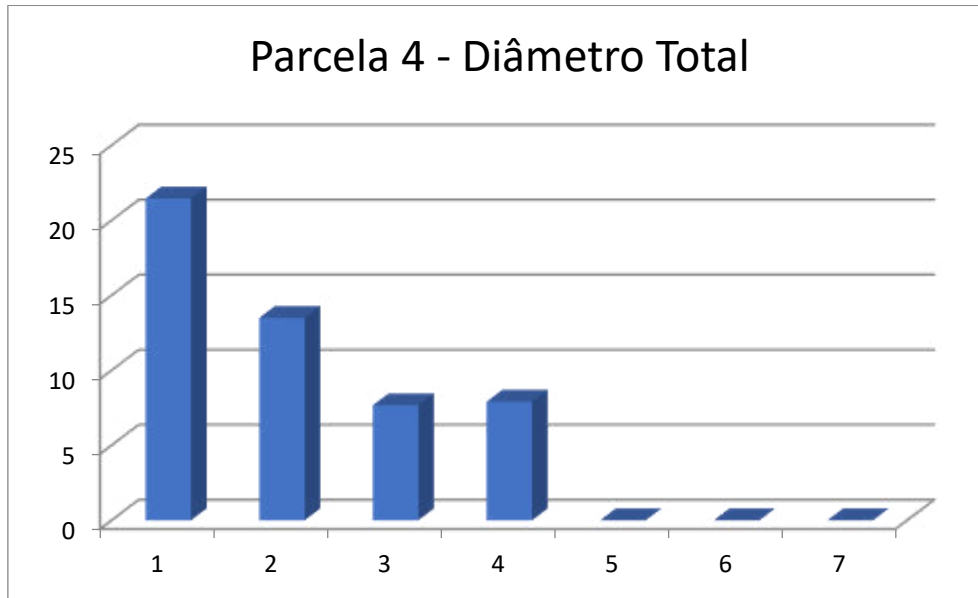


Figura 2.3.3.10 - Valores de Diâmetro total (cm) por campanha na Parcela 04.

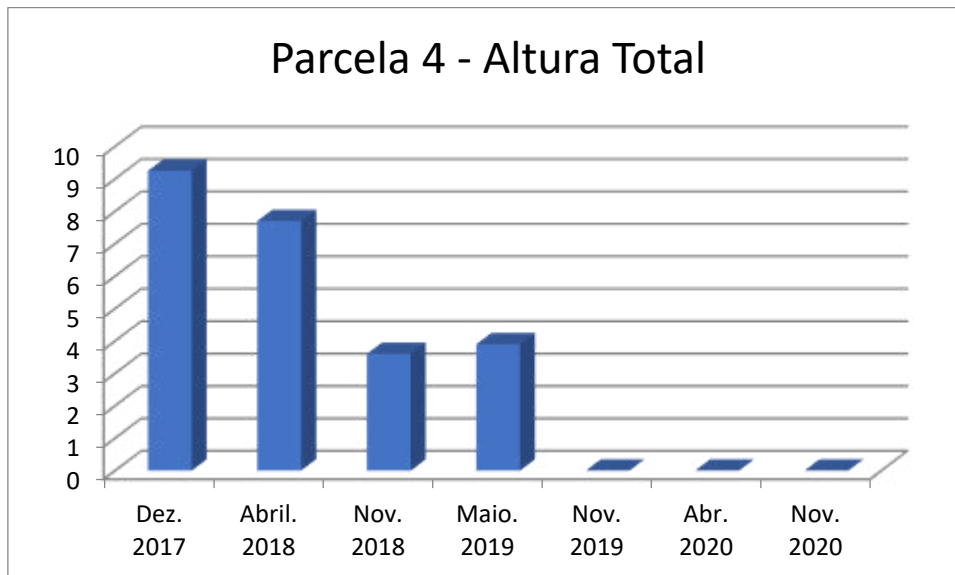


Figura 2.3.3.11 - Valores de Altura total (metros) por campanha na Parcela 04.

PARCELA 5:

Nessa parcela foi observado um crescimento em diâmetro no ano de 2018 (Figura 2.3.3.12) e também em altura. No entanto, entre os anos de 2017 e 2018, foi registrado uma queda, tanto nos valores totais de diâmetro quanto em altura. Essa diminuição se deu por conta da morte de três indivíduos no período entre dezembro de 2017 e abril de 2018. O único indivíduo remanescente foi o Cafezeiro-do-mato (*Casearia sylvestris*), que embora vinha apresentando um crescimento constante, em diâmetro e altura (Figuras 2.3.3.10 e 2.3.3.13), não foi localizado na última campanha de novembro de 2019, acarretando na extinção total da taxa de crescimento da parcela como um todo.

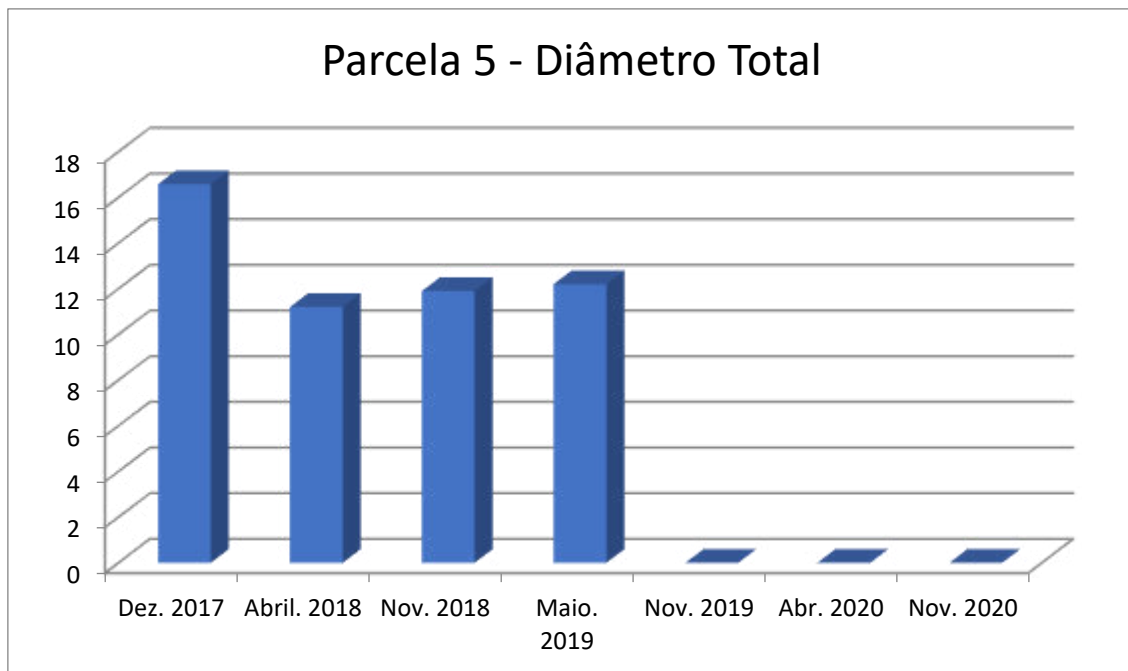


Figura 2.3.3.12 - Valores de Diâmetro total (cm) por campanha na Parcela 05.

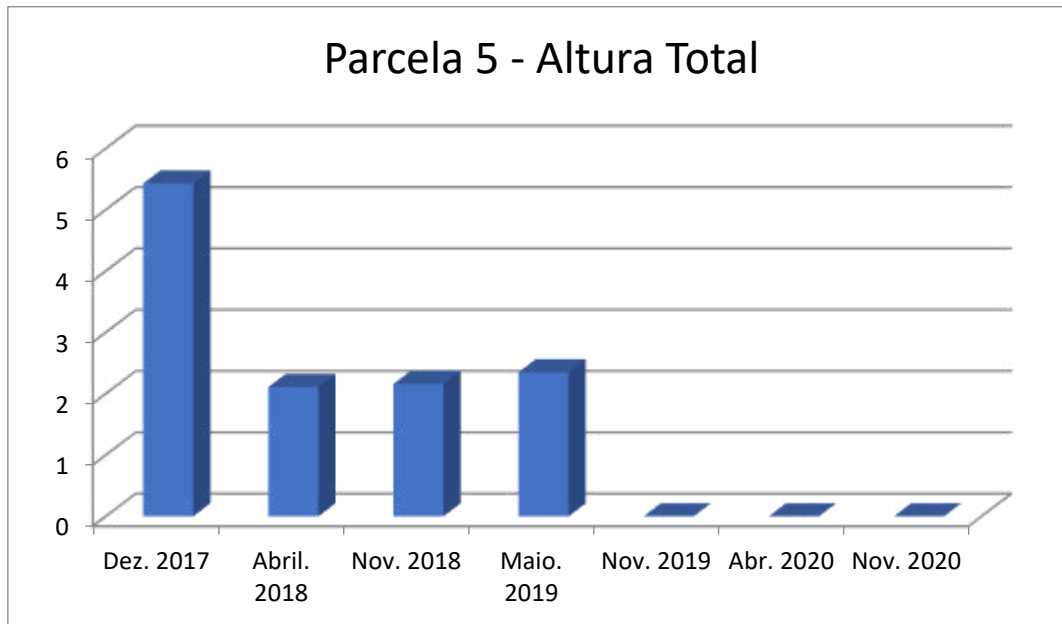


Figura 2.3.3.13 - Valores de Altura total (metros) por campanha na Parcela 05.

PARCELA 06:

Essa é a parcela com a maior riqueza de espécies e número de indivíduos e apresentou boas taxas de crescimento de biomassa (Figura 2.3.3.14). O único decréscimo identificado foi durante a campanha de maio de 2019, onde a perda de um único indivíduo, não encontrado durante a fase de campo, ocasionou na queda de 6,6% para o período. Entretanto, na fase posterior foi novamente encontrado, ocasionando novamente um incremento na taxa positiva de crescimento.

Os valores de altura total não seguiram o mesmo padrão que os valores de diâmetro total (Figura 2.3.3.15). Estes valores estão estritamente relacionados a perda de alguns exemplares que eventualmente morreram ou que por algum outro motivo não foram encontrados no período em campo.

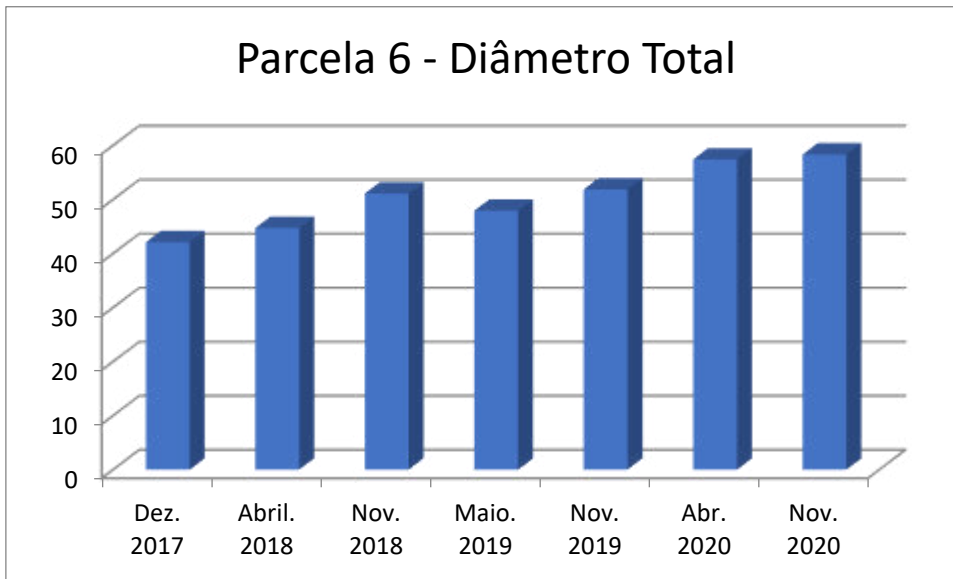


Figura 2.3.3.14 - Valores de Diâmetro total (cm) por campanha na Parcela 06.

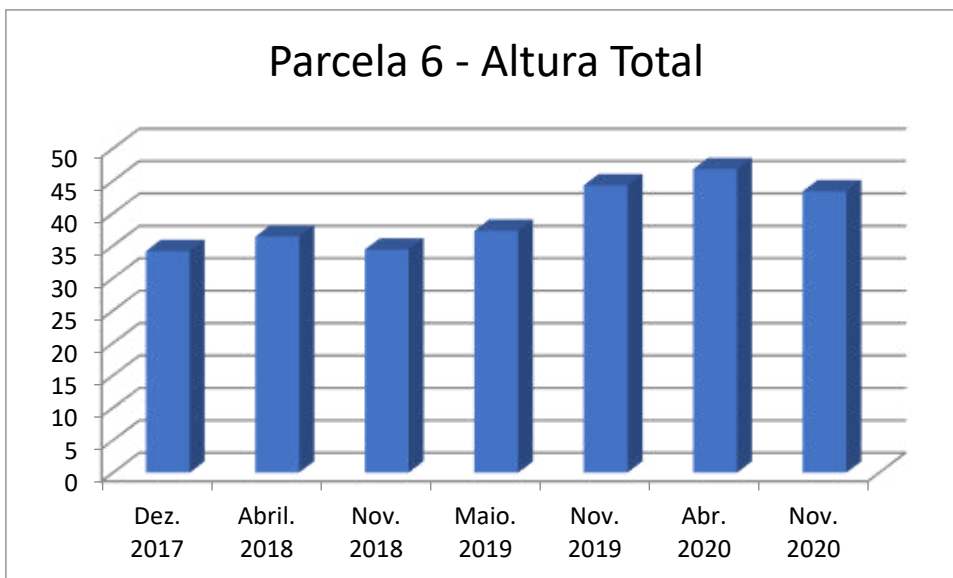


Figura 2.3.3.15 - Valores de Altura total (metros) por campanha na Parcela 06.

TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO DAS PARCELAS

Quando analisado a média de crescimento das parcelas, em geral pode-se observar um crescimento contínuo, com exceção da última comparação, entre as medições de maio e novembro de 2019, que devido à perda dos indivíduos, principalmente das parcelas 04 e 05 (que não foram encontrados durante as




respectivas campanhas), se apresentaram abaixo da média, conforme demonstrado na Tabela abaixo (Tabela 2.3.3.3).




Tabela 2.3.3.3 - Taxa de crescimento médio das parcelas (em porcentagem).

	Dez.2017/ Abril.2018	Abril.2018/ Nov.2018	Dez.2017/ Nov.2018	Nov.2018/ Mai.2019	Mai.2019/ Nov.2019	Nov.2019/ Abr.2020	Abr.2020/ Nov.2020
P01	22,2	8,1	32,12	33,8	-6,4	0	0,6
P02	27,7	11,3	42,14	29,4	-9,3	0,7	10
P03	32,7	21,1	60,62	77,6	9,2	-9	1,14
P04	-25,8	-27,0	-45,83	3,1	-100	-	-
P05	-32,4	6,3	-28,23	2,5	-100	-	-
P06	6,3	14,2	21,35	-6,6	8,2	10,6	1,6
P Média	8,2	9,1	18,07	19,98	-11,48	8,2	-2,94




2.3.4 Registro Fotográfico




<p>Fazenda Burro Branco</p> <p>Afluente Rio Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.1 - Pequenos fragmentos com vegetação nativas, com dificuldade de crescimento pelo pisoteio e pastejo de animais devido cercas danificadas, porém, que estão passando por manutenção.</p> <p>22 J 354573 726181</p>
--	--	---




<p>Fazenda Burro Branco</p> <p>Afluente Rio Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.2 - cercas caídas pela ação do tempo, porém, que estão sendo recuperadas.</p> <p>22 J 354573 726181</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.3 - Área onde foi realizado plantio de mudas em 2015 com algumas espécies em crescimento</p> <p>22 J 354952 7262315</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.4 - Em destaque espécies plantadas em 2015</p> <p>22 J 354952 7262315</p>




<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.5 - Presença de animais dentro da APP devido aos danos pontuais no cercamento, porém, que estão sendo corrigidos gradativamente.</p> <p>22 J 354996 7262572</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.6 - Cercas danificadas</p> <p>22 J 354989 7264032</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.7 - Área com presença de gado onde o cercamento foi danificado, porém, o empreendimento está realizando os devidos reparos.</p> <p>22 J 354989 7264032ⁱ</p>




Margem Direita


<p>Ivo Demarco</p>		<p>Figura 2.3.4.8 – Vegetação nativa se desenvolvendo APP com cercas em ótimo estado.</p> <p>22 J 352102 7262638</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.9 - APP apresentando algumas espécies que restaram do plantio realizado em 2015. Embora o proprietário tenha consciência sobre a proibição do uso, o mesmo instalou porteira para acesso dos animais.</p> <p>22 J 353228 726262</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.10 - Área em bom desenvolvimento com núcleos de árvores de médio porte. Apresentando marcas de pisoteio de animais</p> <p>22 J 354173 7262748</p>

<p>Jamil Rossier</p>		<p>Figura 2.3.4.11 - área apresentado a presença de algumas árvores de pequeno e médio porte. Proprietário usando APP para pastoreio dos animais</p> <p>22 J 355468 7263628</p>
<p>Jamil Rossier</p>		<p>Figura 2.3.4.12 - Árvore em destaque Plantio de 2015</p> <p>22 J 355468 7263628</p>
<p>Airton Agnolin</p>		<p>Figura 2.3.4.13 - APP apresentando excelente estágio de regeneração</p> <p>22 J 355658 7264606</p>

<p>Airton Agnolin</p>		<p>Figura 2.3.4.14 - Espécies em desenvolvimento plantadas em 2015</p> <p>22 J 356212 7264681</p>
<p>Priscila Arantes</p>		<p>Figura 2.3.4.15 - Placa de sinalização indicando a APP e a realização do plantio de mudas. Antiga área destinada a agricultura</p> <p>22 J 354438 7265507</p>
<p>Priscila Arantes</p>		<p>Figura 2.3.4.16 - APP apresentando excelente estágio de regeneração</p> <p>22 J 354438 7265507</p>

<p>Juarez Borgio</p>		<p>Figura 2.3.4.17 - Placa de sinalização indicando a APP e a realização do plantio de mudas. Cercas em bom estado de conservação</p> <p>22 J 354392 7266569</p>
<p>Juarez Borgio</p>		<p>Figura 2.3.4.18 - APP apresentando excelente estágio de regeneração</p> <p>22 J 354392 7266569</p>
<p>Fernando Mariot</p>		<p>Figura 2.3.4.19 - APP apresentando bom estágio de regeneração</p> <p>22 J 355919 7266620</p>

<p>Afluente Rio Azul</p> <p>Ferreira Couto</p>		<p>Figura 2.3.4.20 - Poucas espécies de árvores na APP. Desenvolvimento de regeneração prejudicado pela de animais na APP, porém que está passando por correções.</p> <p>22 J 355979 7266163</p>
<p>Afluente Rio Azul</p> <p>Ferreira Couto</p>		<p>Figura 2.3.4.21 - Presença de animais no interior da APP apesar da existência de cercamento das áreas.</p> <p>22 J 355979 7266163</p>
<p>Afluente Rio Azul</p> <p>Ferreira Couto</p>		<p>Figura 2.3.4.22 - Cercas danificadas. Proprietário fazendo uso da APP para o pastoreio de animais.</p> <p>22 J 355979 7266163</p>

<p>Guilherme Fitz</p>		<p>Figura 2.3.4.23 - Área apresentando a presença de poucas espécies nativas</p> <p>22 J 354443 7264429</p>
<p>Guilherme Fitz</p>		<p>Figura 2.3.4.24 - Presença algumas arvores de pequeno porte. Proprietário fez roçada na área e faz uso da mesma como área de lazer, no entanto o mesmo já foi notificado sobre o uso incorreto.</p> <p>22 J 354443 7264429</p>

Diante das situações diagnosticadas nas vistorias realizadas anteriormente o Empreendedor iniciou em 2020 a execução do processo de recuperação das cercas que separam as áreas de APP do reservatório. Ressalta-se aqui que esse processo de execução está sujeito a restrições devido ao COVID 19, no entanto, os trabalhos seguem em ótimo ritmo e as correções e devidos ajustes estão sendo realizados, inicialmente na margem direita e posteriormente serão realizadas na margem esquerda.



Figura 2.3.4.25 – Funcionário trabalhando na recuperação do cercamento



Figura 2.3.4.26 – Recuperação da cerca junto a placa de sinalização da APP



Figura 2.3.4.27 – Recuperação de cerca



Figura 2.3.4.28 - Cerca divisória separando estrutura da APP

2.3.5 Considerações

Desconsiderando alguns poucos indivíduos pontuais que morreram, é possível afirmar que a maioria dos exemplares arbóreos se encontra em crescimento constante, tanto em altura, quanto em diâmetro do caule. Contudo, a mortalidade em uma unidade amostral, se torna bastante relevante na análise dos dados como um todo.

Os organismos sobreviventes apresentaram em geral um crescimento satisfatório, com exceção da última campanha do ano de 2020 onde o crescimento mostrou-se muito discreto, fator que pode estar envolvido com a escassez hídrica ligada aos poucos períodos de chuvas para a região do Paraná.

Mesmo que estes fatos deletérios possam prejudicar consideravelmente as análises dos dados do presente subprograma, os demais dados (dos exemplares sobreviventes) colhidos durante as periódicas campanhas de monitoramento nas áreas de APP do reservatório artificial da PCH Cantu 2, podem concluir que: nas áreas onde anteriormente a implantação do empreendimento havia pecuária, a vegetação nativa não prosperou tanto quanto nas áreas anteriormente com lavoura, sobretudo, quando estas receberam plantio direto de mudas nativas. As áreas que anteriormente eram de lavoura, hoje em dia, de maneira geral, apresentam uma vegetação em estágio inicial de sucessão ecológica, com a maioria dos exemplares arbóreos plantados durante a fase de implantação do empreendimento e com o recrutamento de outros exemplares nativos, como por exemplo, espécies arbustivas. Já as áreas onde havia pecuária, permanecem muito semelhante à paisagem inicial, sobretudo devido a persistência da vegetação de pastagem, e em alguns casos devido a presença constante de animais ruminantes devido aos rompimentos das cercas.

A Cantu Energética S.A. vem realizando a recuperação e colocação do cercamento a fim de eliminar o problema de entrada de gado na APP do reservatório, ao mesmo tempo que os lindeiros ao reservatório recebem informações sobre a importância dessas áreas para a preservação da biodiversidade.

3 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD)

3.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente, o empreendedor é responsável direta e indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental, sendo de sua responsabilidade mitigar os impactos causados ao meio ambiente. Nesse caso, a Cantu Energética S.A promove a recuperação ambiental das áreas envolvidas no processo de construção civil da usina e realizar o seu monitoramento

3.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste programa é:

- Propor medidas preventivas e corretivas, capazes de reduzir sensivelmente o nível de degradação dos recursos do solo e cobertura vegetal, e desta forma, reintegrar as áreas degradadas à paisagem típica da região.

Os objetivos específicos são:

- Identificar e diagnosticar os locais mais vulneráveis à degradação ambiental, dentro da área atingida pelo empreendimento (áreas críticas);
- Diagnosticar o nível de regeneração natural dos locais que eventualmente sofrerem processos de degradação;
- Promover a restauração das propriedades físico-químicas dos solos nas áreas degradadas;
- Realizar o reflorestamento, o adensamento ou o enriquecimento das áreas degradadas com espécies características da formação vegetal em que está inserido o empreendimento;
- Monitorar a evolução de todo o processo até que as áreas degradadas possam ser consideradas reintegradas à paisagem típica da região, com a regeneração de suas características naturais.

3.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O programa de recuperação de áreas degradadas foi iniciado em outubro de 2014, ainda na fase de instalação da PCH Cantu 2. À medida que ocorriam as desocupações das áreas, pela construção civil, iniciava-se o processo de recuperação ambiental, a partir da reposição da camada orgânica do solo e plantio de mudas nativas.

O canteiro de obras foi dividido em 10 áreas de recuperação, conforme demonstrado na Figura 3.3.1, entretanto com o desenvolvimento das atividades mais duas áreas foram incorporadas.



Figura 3.3.1 - Canteiro de Obras com a localização das 12 áreas trabalhadas no PRAD.

Área 1:

Situada próxima a subestação da PCH CANTU 2 e o Canal de Adução / Tomada d'água. Era uma área de antigo “*bota fora*” de rochas para as “*ensecadeiras*” e barramento.

Área 2:

Localizada próxima à subestação de energia, onde foi realizada uma pequena escavação, para retirada de argila.

Área 3:

Dividida pela estrada de acesso ao antigo Mirante / Refeitório da PCH CANTU 2, se encontra na frente da Área 2, bem próximo a sub-estação da PCH CANTU 2 e sendo uma continuidade da 1ª área plantada dentro do canteiro de obras.

Área 4:

Esta área, também é pertencente a 1ª área de plantio do Canteiro de Obras da PCH CANTU 2. Devido a construção de um novo acesso houve a necessidade de se realizar a restauração de parte da área.

Área 5:

Localizada atrás da Tomada d'água, sentido Casa de Força, é a maior área localizada no Canteiro de Obras a ser recuperada e as atividades foram sendo desenvolvidas conforme recuperação do solo.

Área 6:

Localizada em frente da 5ª área de plantio separa por um acesso que leva até a Casa de Força da PCH CANTU 2.

Área 7:

Localizada na margem esquerda – ME do barramento e a jusante da barragem, está situada a área 7 de plantio do canteiro de obras da PCH CANTU 2.

Área 8:

Situa-se abaixo da área 1 de plantio do canteiro de obras, entre a Tomada d'água e a subestação de energia.

Área 9:

Está situada atrás dos antigos setores industriais, do canteiro: Metalurgia, Carpintaria, Enfermaria, Almojarifado e Mecânica.

Área 10:

A décima área de recomposição florestal dentro do canteiro de obras CANTU 2 se encontra no acesso principal para a Tomada d'água / Canal de Adução passando à frente da Subestação SE PCH CANTU 2 – SE MAMBORÊ, PR.

Fase Monitoramento

Para execução do monitoramento foram alocadas 5 parcelas de 5 x 5 m (25 m²), em áreas onde foi realizado o reflorestamento de vegetação nativas - (Figura 3.3.2 – PRAD 1, 2, 3, 4 e 5).



Figura 3.3.2 - Localização das parcelas de PRAD, dentro da PCH Cantu 2.

- **Áreas Amostrais:**

Parcela 01 – Extensa área onde foram plantadas cerca 3.470 mudas, situa-se a Área 1 do PRAD.

Parcela 02 – Área que serviu de “bota fora” durante a instalação, foram plantadas cerca de 3.341 mudas e está situada a Área 2 do PRAD.

Parcela 03 – Área onde foram plantadas cerca de 2.910 mudas, situa-se a Área 3 do PRAD.

Parcela 04 – Pequena área onde foram plantadas cerca de 110 mudas e está situada a Área 4 do PRAD.

Parcela 05 – Área onde foram plantadas cerca de 746 mudas, situa-se a Área 5 do PRAD.

- **Coleta de Dados**

Os indivíduos arbóreos presentes dentro dessas parcelas foram identificados quanto a família, gênero e espécie. Foram marcados com o auxílio de uma plaqueta seriada e medidos quanto à altura e diâmetro da base do tronco.

Para medição da altura foi utilizado uma fita métrica ou trena e para aferição do diâmetro da base foi utilizado um paquímetro (Figura 3.4.3). Os dados obtidos foram anotados em planilhas de campo e posteriormente tabulados para melhor visualização dos resultados.

No ano de 2020 foram realizadas duas campanhas de monitoramento dessas áreas, uma em maio e outra em novembro. Os resultados estão apresentados na tabela abaixo. (Tabela 3.3.1).

Tabela 3.4.1: Dados obtidos nas campanhas de monitoramento do PRAD durante o ano 2020. Legenda: NE = Não Encontrado

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS															
PARCELA 1															
Árvore N°	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Mai. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Mai. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Espécie
	DIÂMETRO							ALTURA							
6454	5,5	5,83	6,13	6,24	6,3	7,0	8,0	2,6	2,2	2,1	2,8	2,1	2,10	3,00	<i>Ficus sp.1 / Figueira</i>
6488	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Heliocarpus popayensis / Algodoeiro</i>
6900	3,1	2,84	3,01	2,11	2,3	3,2	6,0	2,4	2,1	2,1	1,8	2	2,10	3,50	<i>Schinus molle / Aroeira-salsa</i>
A1678	13,3	13,81	15	24	33,5	33,5	33,5	4,1	3,8	3,5	4	4,5	4,5	4,50	<i>Clitoria fairchildiana / Sombreiro</i>
A1679	4,3	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Chorizia speciosa / Paineira-rosa</i>

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS															
PARCELA 2															
Árvore N°	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Mai. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Mai. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Espécie
	DIÂMETRO							ALTURA							
7000	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Guazuma ulmifolia / Mutambo</i>
10381-6942	1,9	3,74	3,57	4,21	5,2	7,6	7,8	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	3	3,5	<i>Parapiptadenia rigida / Gurucaia</i>
A1677	2	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	0,91	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Guazuma ulmifolia / Mutambo</i>
A1675	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Psidium sp. 1 / Araçá-branco</i>
A1676	1,2	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	0,5	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Jacaranda sp.1 /</i>
6939	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>CF. Sesbania sp.1 / Agati</i>

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS															
PARCELA 3															
Árvore N°	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Mai. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Mai. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Espécie
	DIÂMETRO							ALTURA							
6842	4,1	4,44	4,56	4,87	4,89	5,4	5,4	2	2,1	2,3	2,3	2,3	2,5	3	<i>Schinus molle</i> / Aroeira-salsa
6985	1,8	3,69	3,56	3,74	3,6	4,8	4,8	1,8	2,6	2	2,35	2,6	3,5	3,6	<i>Schinus molle</i> / Aroeira-salsa
6455	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Heliocarpus popayensis</i> / Algodoeiro
6450	3,9	4,96	5,1	5,4	5,5	MORTA	MORTA	1,5	1,9	1,9	2,2	3	MORTA	MORTA	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
6815	4,5	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Heliocarpus popayensis</i> / Algodoeiro
10337-6861	7,7	7,55	7,59	Morta	4,4	MORTA	MORTA	1,8	1,5	1,5	Morta	1,6	MORTA	MORTA	<i>Chorizia speciosa</i> / Paineira-rosa
6898	8,11	11,08	10,73	11,2	14	17,0	20,0	2,7	3,1	3,1	3,2	3,2	3,5	3,7	<i>Clitoria fairchildiana</i> / Sombreiro
	8,8	11,46	11,91	12,27	15	22,6	23,0	2,7	3,1	3,1	3,2	3,2	3,5	3,7	<i>Clitoria fairchildiana</i> / Sombreiro
6993	9,4	9,18	10,26	NE	8,6	10,7	11,0	2,4	2	2	NE	2,1	2,5	3	<i>Schinus terebenthifolius</i> / Aroeira-vermelh
6937	3,3	3,1	3,05	3,23	4	5,4	5,5	0,6	0,75	0,75	0,69	0,7	1,6	3,4	<i>Cedrela fissilis</i> / Cedro-rosa
6381	4,35	4,29	3,97	4,27	Morta	MORTA	MORTA	0,62	0,54	0,5	0,53	Morta	MORTA	MORTA	<i>Erythrina velutina</i> / Corticeira
6824	2,8	2,52	2,12	2,11	2,2	2,5	4,2	1,5	1,45	1,5	1,6	1,4	1,5	1,5	<i>Psidium glajava</i> / Goiabeira
A1681	9,3	10,76	10,58	Morta	Morta	MORTA	MORTA	3,5	3,2	3	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Trema micrantha</i> / Piriquiteira
A1680	0,51	0,55	0,52	0,55	0,6	0,6	2,0	0,5	0,3	0,13	0,15	0,2	0,2	0,7	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10828					0,3	0,3	0,4					0,13	0,16	0,19	<i>Schinus terebenthifolius</i> / Aroeira-vermelh
10373					0,3	0,6	0,8					0,15	0,35	0,46	<i>Schinus terebenthifolius</i> / Aroeira-vermelh

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS															
PARCELA 4															
Árvore N°	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Maio. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Maio. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Espécie
	DIÂMETRO					ALTURA									
10313-6986	1,76	1,61	1,61	NE	NE	NE	NE	1,05	0,9	0,9	NE	NE	NE	NE	<i>Calophyllum brasiliense</i> / Guanandi
6401	2,2	***	2,27	Morta	Morta	MORTA	MORTA	0,77	***	0,8	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>CF. Sesbania sp.1</i> / Agati
10818-6385	5,06	6,07	5,97	6,75	7,3	8,6	9	1,5	1,65	1,58	1,65	1,7	3,0	3	<i>Citharexylum myrianthum</i> / Tucaneiro
10382-10996-6970	6,21	8,51	8,08	7,35	8,7	9,0	9,7	1,6	2,1	2,1	2,2	2,4	2,60	3	<i>Erythrina velutina</i> / Corticeira
A0967	1,17	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	0,55	Morta	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva
6751	1,54	1,73	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	1,1	1,11	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Calophyllum brasiliense</i> / Guanandi
6959	4,13	2,6	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	1,2	1,45	Morta	Morta	Morta	MORTA	MORTA	<i>Citharexylum myrianthum</i> / Tucaneiro
10315-A1671	1,68	1,77	1,2	2,05	2,7	2,9	2,9	0,67	1,44	1,5	1,7	1,8	1,80	1,8	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10308-A1670	1,6	2,16	2,73	3,29	3,8	4,6	5,4	1,55	1,8	2,1	2,75	2,75	2,80	3	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10888-10302-A1674	0,87	1,08	1,53	1,19	2	2,9	3,6	0,25	0,2	0,6	0,6	0,8	1,60	1,6	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10306-A1669	0,38	0,5	1,56	0,61	1,2	2,9	3	0,1	0,3	0,37	0,4	0,85	1,85	1,9	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10820-A1673	0,73	1,73	1,66	1,9	2	2,9	3,7	0,2	1,5	1,6	1,65	1,9	1,90	2,2	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10900-10309-A1672	1,05	2,91	2,04	3,19	4,1	4,1	4,2	0,52	1,9	2,1	2,1	2,2	2,20	3	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

PARCELA 5

Árvore N°	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Maio. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Dez. 2017	Abril. 2018	Nov. 2018	Maio. 2019	Nov. 2019	Abril. 2020	Nov. 2020	Espécie
	DIÂMETRO					ALTURA									
6853	2,34	2,46	2,31	NE	NE	NE	NE	0,4	0,36	0,39	NE	NE	NE	NE	<i>Citharexylum</i> CF. <i>myrianthum</i> / Tucaneiro
6936	Morreu	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Bauhinia forficata</i> / Pata-de-vaca
6330	Morreu	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Chorizia speciosa</i> / Paineira-rosa
A0700	2,12	1,8	NE	2,4	NE	NE	NE	0,8	0,8	NE	0,4	NE	NE	NE	<i>Citharexylum myrianthum</i> / Tucaneiro
6463	3,65	12,12	12,35	12,45	18	18	20	3	3,5	3,8	5	5	6	6	<i>Acacia</i> sp.1 / Arranha-gato
6476	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Chorizia speciosa</i> / Paineira-rosa
A1668	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	CF. <i>Solanum granulosum-leprosum</i>

- **Análise dos Dados**

Os valores do Diâmetro Altura do Peito (DAP) e Altura foram usados separadamente para avaliar o crescimento em biomassa das parcelas ao longo tempo. Também foi avaliado o crescimento das mudas a partir da média geral das parcelas ao longo das campanhas.

- **Resultados**

PARCELA 01:

Após uma queda de 8% na biomassa entre os anos de 2017 e 2018, causada pela morte de um indivíduo de Paineira-rosa (*Chorizia speciosa*), houve um incremento do diâmetro total dessa parcela nas amostragens posteriores, contudo mais discreto no ano de 2020.

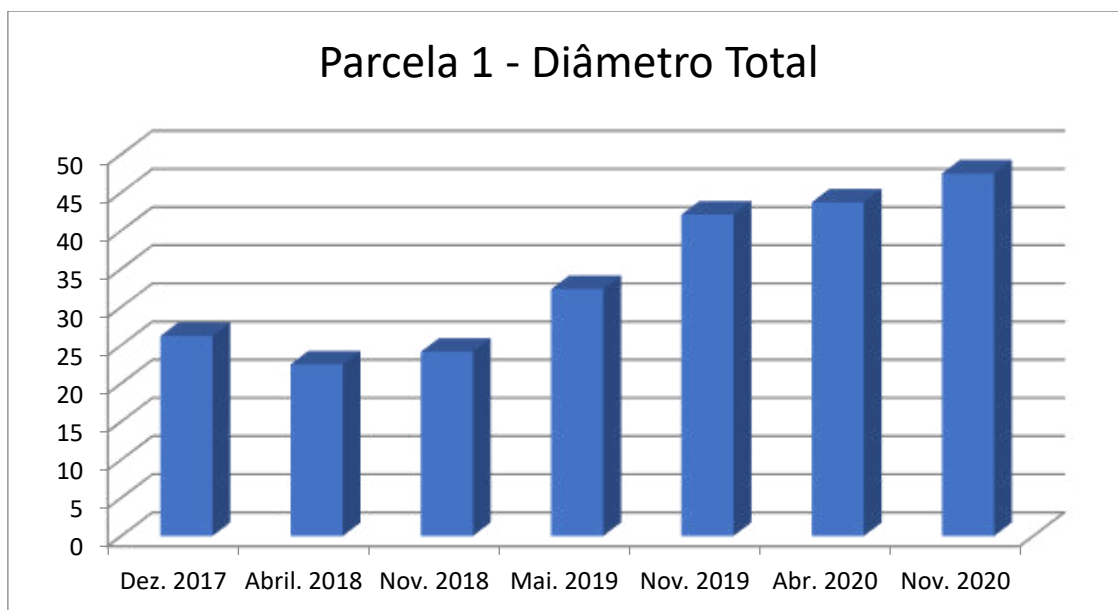


Figura 3.3.3 - Diâmetro total da parcela 01 por campanha de monitoramento.

Os valores de altura registrados na parcela 01 apresentaram uma queda constante até o período de novembro de 2018, fato relacionado principalmente a morte de um indivíduo na parcela, e também a quebra do ramo apical de outras espécies. Contudo, as avaliações seguintes mostraram uma tendência muito discreta no crescimento total paracela 1 (Figura 3.3.4).

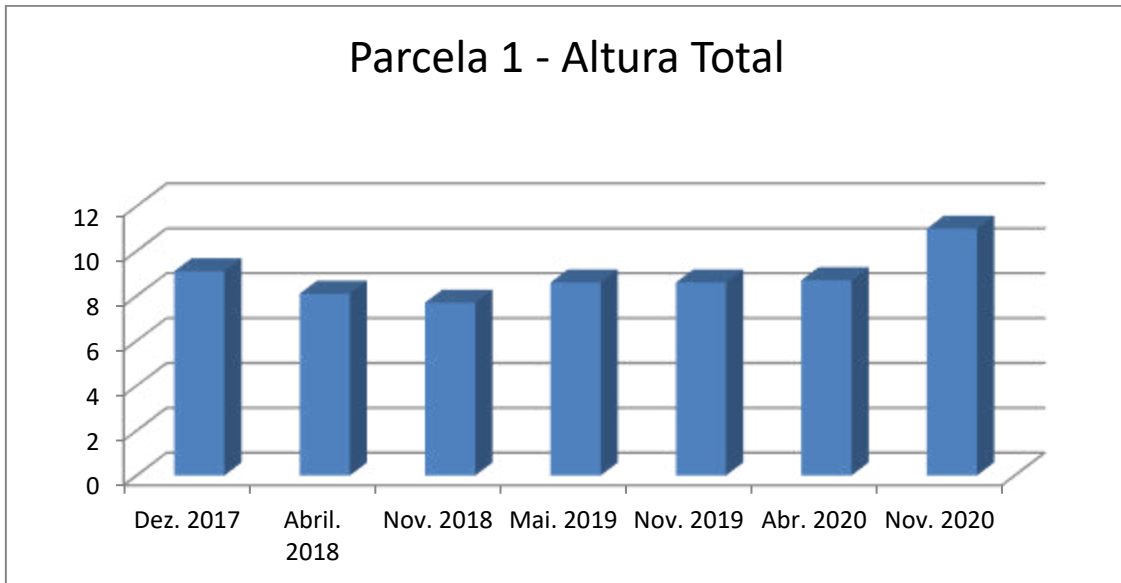


Figura 3.3.4 - Altura total da parcela 01 por campanha de monitoramento.

PARCELA 02:

A exemplo da Parcela 1, esta unidade amostral também apresentou um forte declínio de cerca de 30% até o final do ano de 2018, também relacionada a morte de indivíduos da parcela. Dos 6 indivíduos marcados inicialmente no ano de 2016, somente um exemplar da espécie *Parapiptadenia rigida* (Gurucaia) permanece, se mostrando até o momento em crescimento constante tanto em diâmetro quanto em altura (Figura 3.3.5 e Figura 3.3.6).

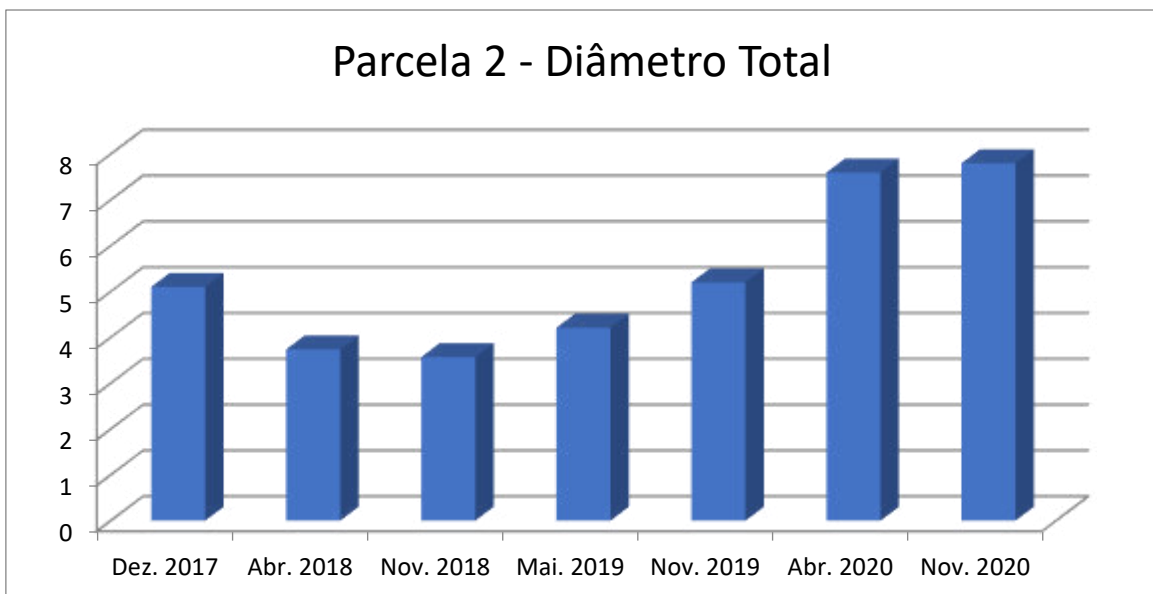


Figura 3.3.5 - Diâmetro total da parcela 02 por campanha de monitoramento.

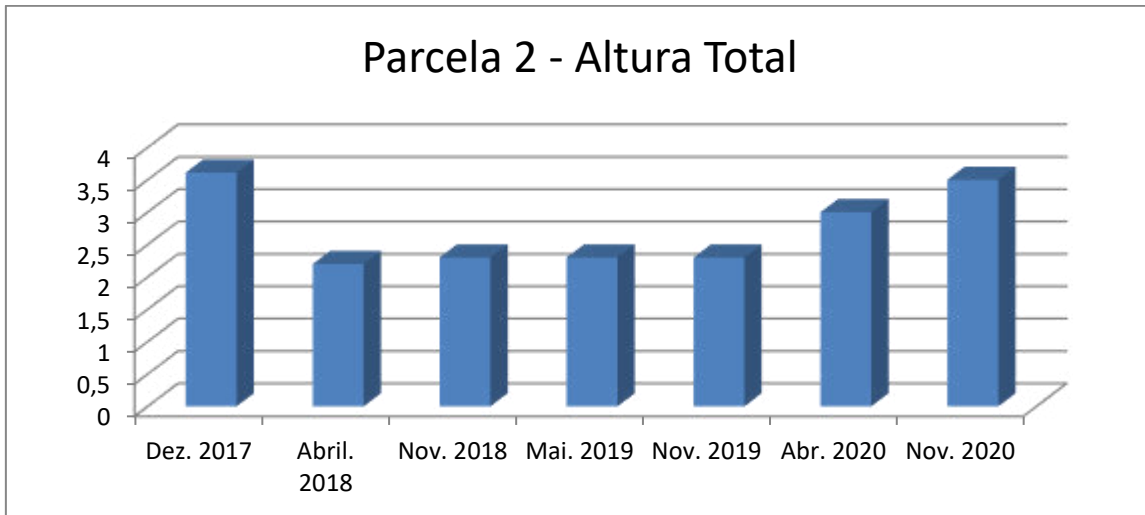


Figura 3.3.6 - Altura total da parcela 02 por campanha de monitoramento.

PARCELA 03:

Com dinâmica diferente do observado nas parcelas anteriores, a parcela 3 apresentou crescimentos contante porem discretos até novembro de 2018 (com media de 6%). Em maio de 2019, verificou-se a mortalidade de alguns espécimes na parcela, proporcionando um decréscimo significativo nos índices de diâmetro de altura da mesma, que voltaram a crescer após novembro de 2019 conforme ilustrados nos gráficos das Figuras 3.3.7 e 3.3.8.

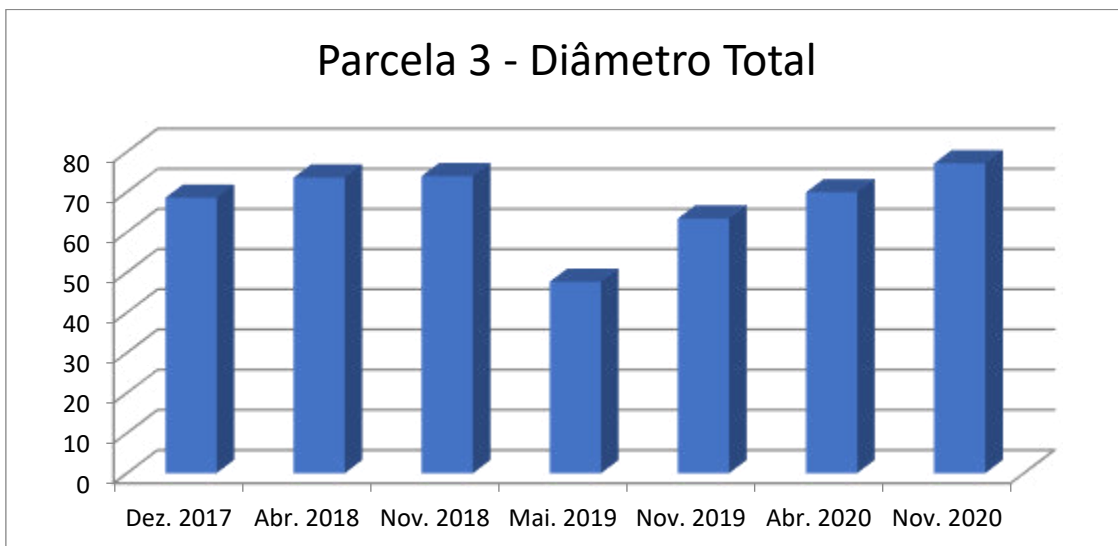


Figura 3.3.7 - Diâmetro total da parcela 03 por campanha de monitoramento.

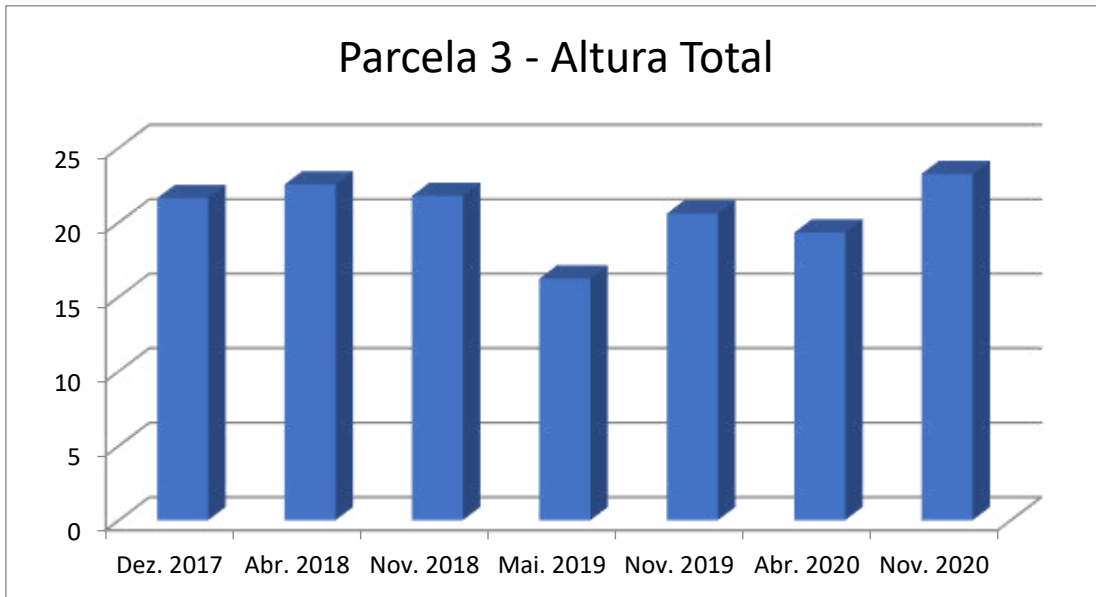


Figura 3.3.8 - Altura total da parcela 03 por campanha de monitoramento.

PARCELA 04:

Entre as campanhas de dezembro de 2017 e abril de 2018, essa parcela apresentou um crescimento em diâmetro de quase 16%. Na campanha de novembro de 2018, foram registrados três indivíduos mortos, o que consequentemente diminuiu o valor total do diâmetro, mesmo assim, essa parcela ainda registrou ganhos em diâmetro, de 1%, comparado com o ano de 2017. No período de maio 2019, as quedas nos dados diamétricos observadas principalmente nas análise deste período estão unicamente relacionadas a mortandade de seus indivíduos (Figura 3.3.9).

Em relação aos valores de altura totais, a mesma situação descrita acima é encontrada. Houve um grande ganho em altura entre as campanhas de dezembro de 2017 e abril de 2018, e na campanha de novembro de 2018, é registrado uma queda no valor total, ainda que, maior que o ano de 2017. Excetuando-se a mortandade registrada na presente unidade amostral, os dados de altura permanecem em constante porem discreto crescimento em 2019 (Figura 3.3.10).

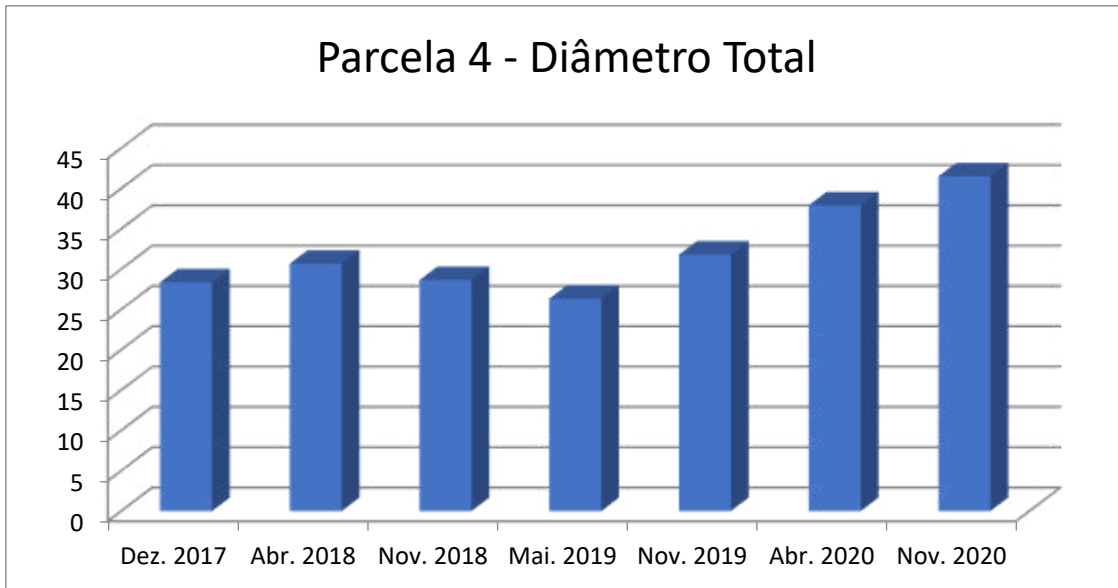


Figura 3.3.9 - Diâmetro total da parcela 04 por campanha de monitoramento.

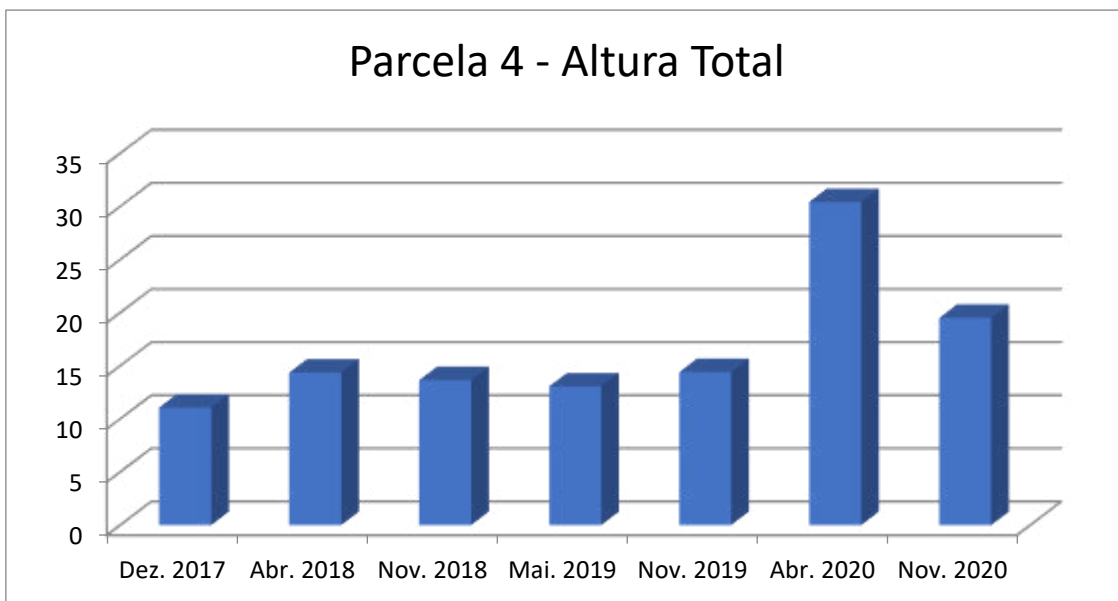


Figura 3.3.10 - Altura total da parcela 04 por campanha de monitoramento.

PARCELA 05:

Entre os anos de 2017 e 2018, registrou-se um crescimento em diâmetro de 80%, para a Parcela 1. Contudo, na campanha de novembro de 2018 foram registrados 4 indivíduos mortos e / ou não encontrados, o que baixou a taxa de crescimento abruptamente, restando somente uma única espécie na parcela um Arranha-gato (*Acacia sp*). Porém esta espécie apresentou ganho acima da média geral durante as seguintes campanhas.

Houve um aumento significativo na altura total da parcela 5 entre as campanhas de dezembro de 2017 e abril de 2018, e em seguida um decréscimo registrado na campanha de novembro de 2018, igualando os valores com a campanha de 2017. Contudo, esta variável continuou a subir em maio de 2019, onde apresentou um pequeno declínio em novembro de 2019 devido unicamente a exclusão de um exemplar de Tucaneiro (*Cytharexylum myrianthum*) que não foi encontrado durante as campanhas posteriores (Figura 3.5.12).

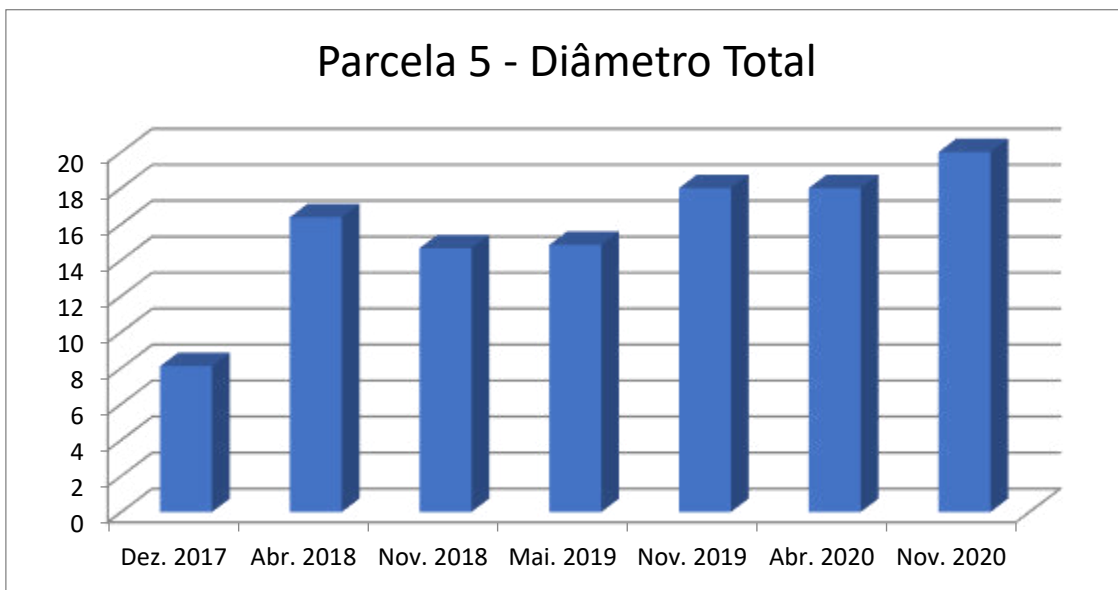


Figura 3.3.11 - Diâmetro total da parcela 05 por campanha de monitoramento.

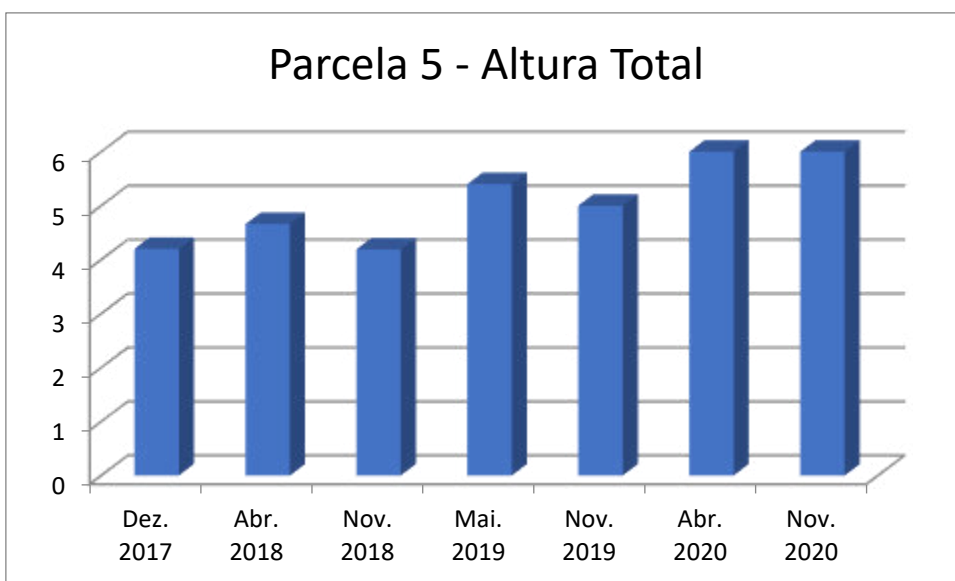


Figura 3.3.12 - Altura total da parcela 05 por campanha de monitoramento.

MORTALIDADE:

Até a última amostragem registrada em novembro de 2020, foram encontrados um total 21 indivíduos mortos, distribuídos em 14 espécies, conforme demonstrado na Tabela 3.3.2.

Tabela 3.3.2 - Lista de espécie e quantidade de indivíduos encontrados mortos durante as campanhas de monitoramentos do PRAD.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos mortos
<i>Bauhinia forficata</i> / Pata-de-vaca	1
<i>Callophylum brasiliense</i> / Guanandi	1
CF. <i>Sesbania</i> sp.1 / Agati	2
CF. <i>Solanum granulosum-leprosum</i>	1
<i>Chorizia speciosa</i> / Paineira-rosa	4
<i>Citharexylum myrianthum</i> / Tucaneiro	1
<i>Erythrina velutina</i> / Corticeira	1
<i>Guazuma ulmifolia</i> / Mutambo	2
<i>Heliocarpus popayensis</i> / Algodoeiro	3
<i>Jacaranda</i> sp.1 /	1
<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	1
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1
<i>Psidium</i> sp. 1 / Araçá-branco	1
<i>Trema micrantha</i> / Piriquiteira	1
Total Geral	21

3.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

PRAD		<p>Figura 3.4.1 – Medição do diâmetro da base com o auxílio de um paquímetro</p>
------	--	--

3.5 CONSIDERAÇÕES

Os resultados aqui apresentados ilustram a dinâmica no processo de revegetação de áreas degradadas com relação às diversas variáveis envolvidas no processo de desenvolvimento das espécies vegetais utilizadas.

As unidades amostrais avaliadas apresentaram padrões de crescimento que divergem entre si. Contudo, seus indivíduos mostram-se em processo de crescimento contínuo, principalmente em relação ao incremento na biomassa horizontal (aumento em diâmetro) e em menor proporção também um discreto crescimento em altura.

As quedas nas taxas de crescimento estão diretamente relacionadas à mortalidade dos indivíduos, agravados ainda pelo baixo número de exemplares por unidade amostral e a falta de recrutamento de novas plantas.

Pode-se afirmar ainda que as espécies nativas plantadas no presente monitoramento apresentam um papel fundamental na recuperação destas áreas degradadas, provendo uma contínua cobertura do solo e impossibilitando a colonização de espécies exóticas invasoras prejudiciais ao processo de sucessão natural nestes ambientes.

4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

4.1 JUSTIFICATIVA

O presente programa justifica-se em função da necessidade de se monitorar e controlar os efeitos relacionados à alteração do lençol freático, auxiliando no diagnóstico de processos que possam ser deflagrados em função destas alterações, de forma que não haja, no futuro, consequências danosas em relação ao funcionamento da usina, e/ou que venham a afetar a sua vida útil, além de se evitar prejuízos à população da região do entorno.

4.2 OBJETIVO

O objetivo geral deste programa é:

- Avaliar as modificações da superfície piezométrica e da qualidade das águas subterrâneas, em função da formação do reservatório.

O objetivo específico é:

- Caracterizar a qualidade da água subterrânea na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Entre os dias 5 e 8 de outubro foi realizada campanha de monitoramento do lençol freático.

O ANEXO I apresenta o relatório do Programa de Monitoramento do Lençol Freático.

4.3.1 Área de Amostragem

Para o monitoramento das águas subterrâneas foram utilizados quatro poços artesianos situados na área de influência do reservatório: 1) P01 (Poço 01): próximo ao local Montante; 2) P02 (Poço 02): na área da PCH Cantu 2; 3) P03 (Poço 03): na sede do assentamento Chapadão no município de Laranjal; 4) P04 (Poço 04) na região central do reservatório.

- **Poço 01**

Este poço está localizado na propriedade do Sr. Antônio Borgio, mesma propriedade em que é coletado o local de Montante na margem direita do rio Cantu, nas coordenadas 24°42'23,21"S/ 52°25'23,56"W, a uma altitude de 426 metros e aproximadamente 150 metros distante do rio Cantu. O poço possui 88 metros de profundidade, e é utilizado para abastecer as casas da sede da fazenda e dos funcionários (4.3.1.1).



Figura 4.3.1.1 – Poço 01 próximo ao local Montante.

- **Poço 2**

Este poço foi perfurado em 22/01/2014, está localizado ao lado do escritório da PCH Cantu 2 nas coordenadas 24°44'42,3"S/ 52°28'18,7"W, a uma altitude de 442 metros e aproximadamente 300 metros distante do reservatório, na margem direita. As informações colhidas com a equipe de engenharia responsável pela obra mostram que o poço possui 250 metros de profundidade e vazão de 2.600 litros/hora, foi utilizado para abastecer o canteiro de obras durante a construção da PCH Cantu 2 e permanecendo ativo para abastecimento de água potável (4.3.1.2).



Figura 4.3.1.2 – Poço 02 no canteiro de obras da PCH Cantu 2.

- **Poço 03**

O poço está localizado na sede do Assentamento Chapadão no município de Laranjal, margem esquerda do rio Cantu, nas coordenadas 24°47'41,7"S/ 52°27'31,0"W, a uma altitude de 568 metros e aproximadamente 4,5 km distante do reservatório. De acordo com as informações colhidas com o responsável pelo poço no Assentamento, este possui 206 metros de profundidade e em épocas de seca é necessário fazer rodizío para que todas as casas sejam abastecidas (Figura 4.3.1.3).



Figura 4.3.1.3 – Poço 03 no Assentamento Chapadão.

- **Poço 4**

Localizado na margem direita do rio Cantu na propriedade do senhor José Carlos Gomes, nas coordenadas 24°43'45,3"S/ 52°26'59,4"W, a uma altitude de 548 metros e aproximadamente 1.000 metros distante do rio Cantu. Este poço foi perfurado em fevereiro de 2015, possui profundidade de perfuração de aproximadamente 100 m, segundo informações do funcionário local, tem capacidade de vazão atual de 4 m³/h (4.3.1.4).



Figura 4.3.1.4 – Poço 04 na propriedade do Sr. José Carlos Gomes.

4.3.2 Metodologia

As coletas de água foram realizadas no dia 05 de maio de 2020 nos 4 poços, sendo que os seguintes parâmetros físicos e químicos e biológicos foram determinados:

- Temperatura do ar: obtida através da leitura em termômetro de bulbo de mercúrio;
- Temperatura da água: obtida através de oxímetro/sonda (APHA, 2017);
- Oxigênio dissolvido: obtida através de oxímetro/sonda (APHA, 2017);
- Perfil de Oxigênio Dissolvido e Temperatura da água medida através de sonda eletrônica digital (APHA, 2017);
- Condutividade elétrica: obtida através de Condutivímetro eletrônico digital (APHA, 2017);

- pH: medido por pHmetro digital (APHA, 2017);
- Turbidez: obtida através de Turbidímetro eletrônico digital (APHA, 2017);
- Transparência da água: obtida pelo disco de Secchi (Wetzel, 2001);
- Alcalinidade total: medida pelo método de Gran (APHA, 2017);
- Fósforo total dissolvido: segundo metodologia descrita por Mackereth et al. (1978), através da digestão em ácido sulfúrico (APHA, 2017);
- Nitrogênio kjeldhal (orgânico): obtido através do método proposto por Mackereth et al. (1978), com titulação alcalina em Tiosulfato de Sódio (APHA, 2017);
- Nitrito: obtido conforme metodologia descrita por Strickland & Parsons (1972) e APHA (2017);
- Nitrato: pelo método proposto por HACH/APHA (2017);
- Nitrogênio amoniacal: método proposto por Hanzen & Abel (1999), através da reação com o azul de Indofenol (APHA, 2017);
- DBO e DQO: obtidos segundo método proposto por APHA (2017);
- Clorofila: os teores de clorofila foram obtidos por espectrofotômetro (APHA, 2017);
- Material em suspensão: obtidos através de análise gravimétrica, segundo APHA (2017);
- Cálcio, dureza, cloretos, magnésio e sulfatos: através do método proposto por APHA (2017);
- Fenóis: através do método proposto por APHA (2017);
- Óleos e graxas: método utilizado por APHA (2017);
- Metais pesados: cádmio, chumbo, cromo, cobre e manganês; obtidos por absorção atômica, segundo APHA (2017);
- Sílica reativa: obtida através da reação com molibdato de amônio (APHA, 2017);

— Coliformes totais e fecais: obtidos por colorimetria, segundo APHA (2017).

4.3.3 Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos para os parâmetros ambientais analisados nos meses de maio e outubro de 2020 nas águas subterrâneas coletadas na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Temperatura do Ar**

A temperatura do ar oscilou de 20,0°C (P04 em maio) a 32,0°C no P01 em outubro (Figura 4.3.3.1).

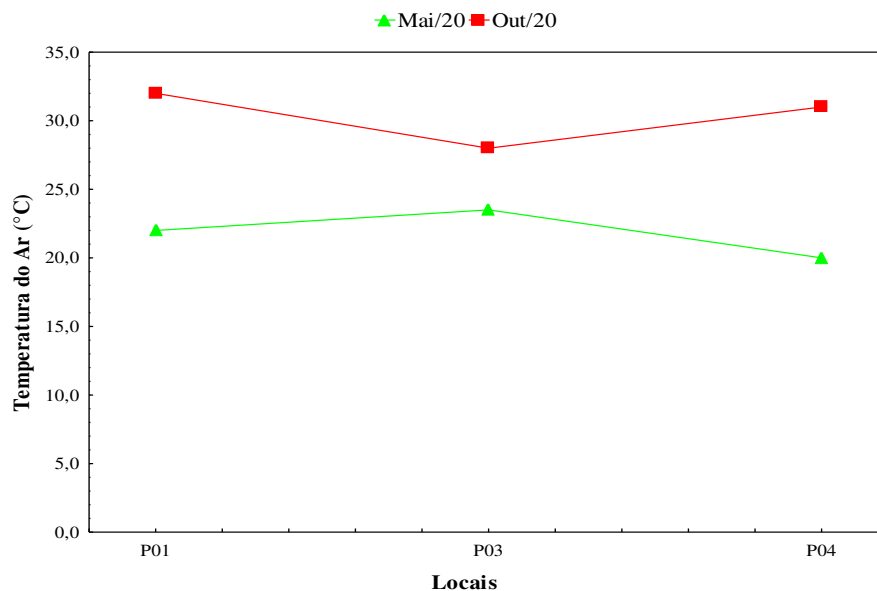


Figura 4.3.3.1 – Variação da temperatura do ar (°C) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Temperatura da Água**

A temperatura da água apresentou menores valores no mês de maio (20,1°C), no P03 e maior (27,2°C), no P01 em outubro (Figura 4.3.3.2). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que estabelecem as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, não apresentam valores de referência para esse parâmetro.

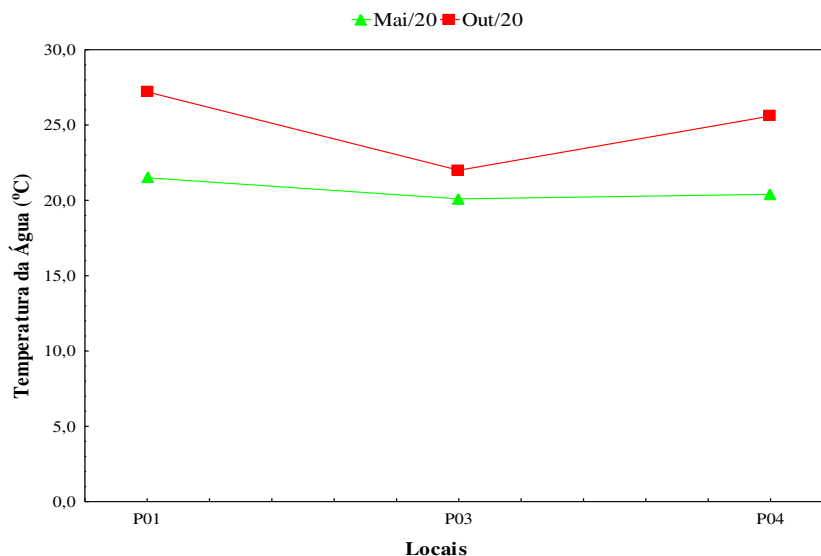


Figura 4.3.3.2 – Variação da temperatura da água (°C) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Oxigênio Dissolvido**

Em relação ao oxigênio dissolvido nas águas subterrâneas, o menor registro ocorreu no P03 (6,27 mg/L), em maio, e o maior no P01 (11,85 mg/L), em outubro (Figura 4.3.3.3). Esse parâmetro também não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

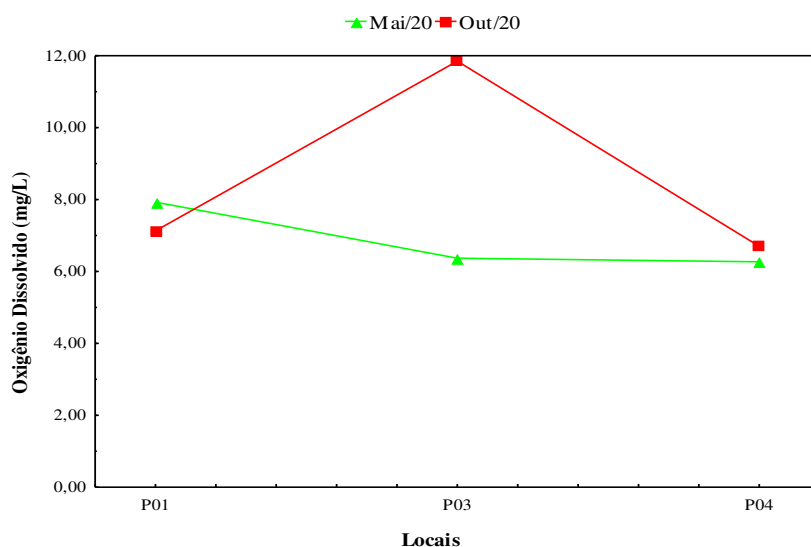


Figura 4.3.3.3 – Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Quanto à saturação de oxigênio nas águas subterrâneas analisadas (Figura 4.3.3.4), o menor valor registrado foi de 70,00% no P03, em maio e o maior valor foi de 97,30% no P03, em outubro. A resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde não estabelecem limite para esse parâmetro.

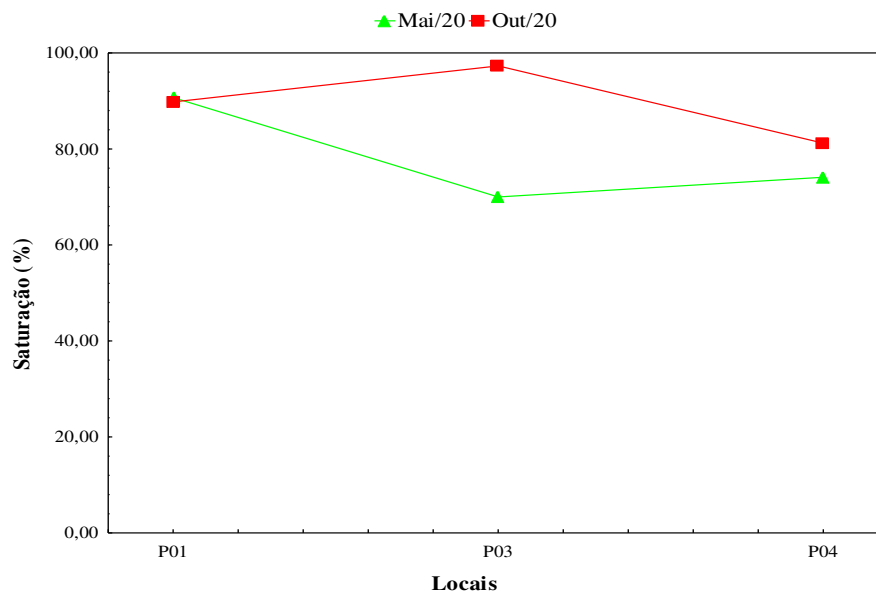


Figura 4.3.3.4 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido (%) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica apresentou menor e maior valor no mês de maio (183,80 e 1.286 $\mu\text{S}/\text{cm}$), nos locais P03 e P04, respectivamente (Figura 4.3.3.5). Os valores desse parâmetro mostraram-se mais elevados que os registrados para as águas superficiais, condição que pode estar relacionada ao contato direto dessas águas com as rochas, elevando suas concentrações de sais e íons. Não há limite determinado para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

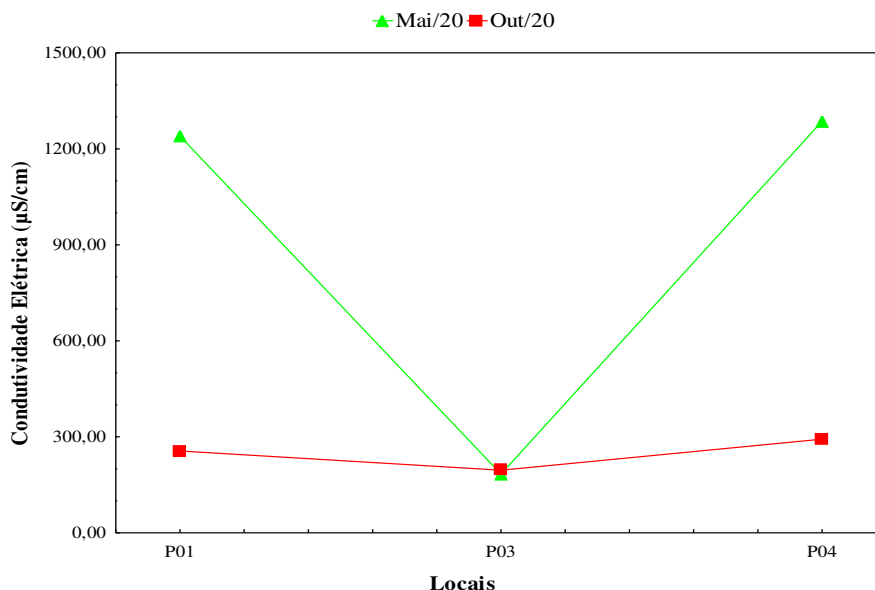


Figura 3.5 – Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **pH**

O menor valor de pH foi verificado no mês de outubro, com 6,79 no P04 e o maior P01 com 8,57 em maio (Figura 4.3.3.6). A resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelecem que nas águas para consumo humano os valores de pH devem estar entre 6,00 a 9,50, portanto todos os valores estão dentro do limite.

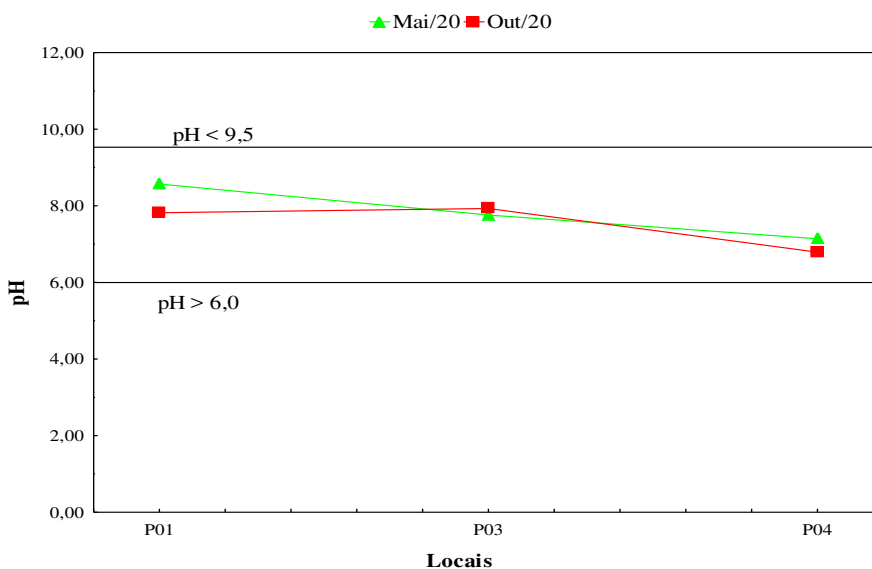


Figura 4.3.3.6 – Valores de pH nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. As linhas pretas representam os limites da Resolução CONAMA 396/2008 e Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – Classe 2

- **Turbidez**

A turbidez apresentou valores que não atingiram o limite de quantificação do método (LQM = 0,62 NTU), exceção para o P04 (1,02 NTU) no mês de outubro (Figura 4.3.3.7). O parâmetro turbidez não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/2008, mas a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS determina que para a turbidez os valores devem ser $\leq 5,0$ NTU, portanto, os valores registrados foram inferiores a este limite.

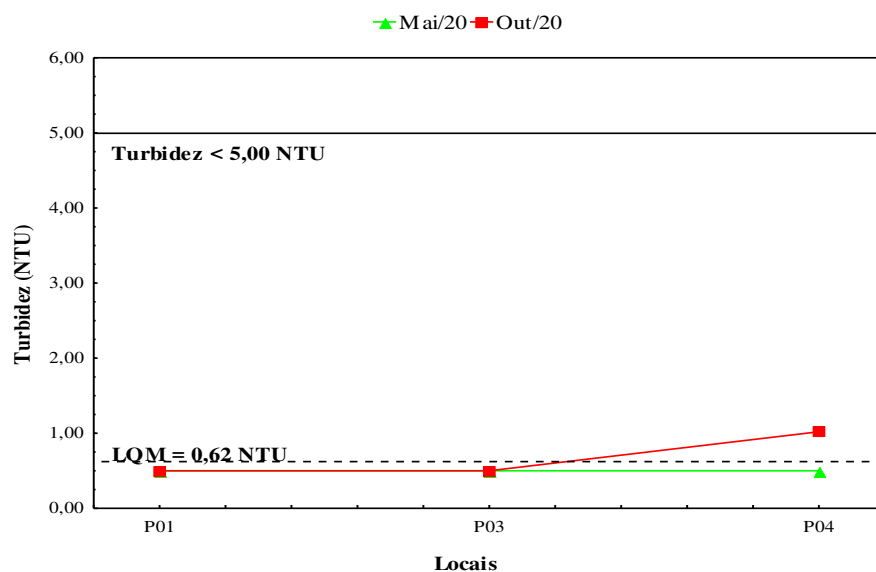


Figura 4.3.3.7 – Valores de turbidez (NTU) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – Classe 2. A linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Alcalinidade Total**

Quanto à alcalinidade total, o menor valor foi registrado no mês de outubro (P01 = 50,06 mg/L) e o maior no mês de maio (P04=112,88 mg/L) (Figura 4.3.3.8). Também para esse parâmetro não há limite previsto na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

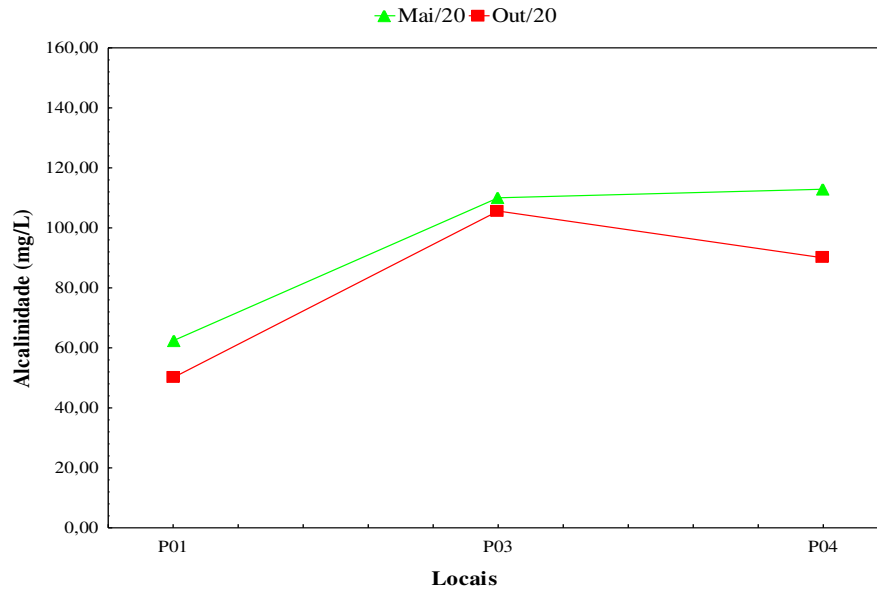


Figura 4.3.3.8 – Valores de alcalinidade total (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Fósforo Total**

Os valores de fósforo total, apresentados na Figura 4.3.3.9, foram registrados entre 0,028 mg/L no P04, em maio, e 0,136 mg/L no P03, em outubro. Esse também é um parâmetro sem limite estipulado na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

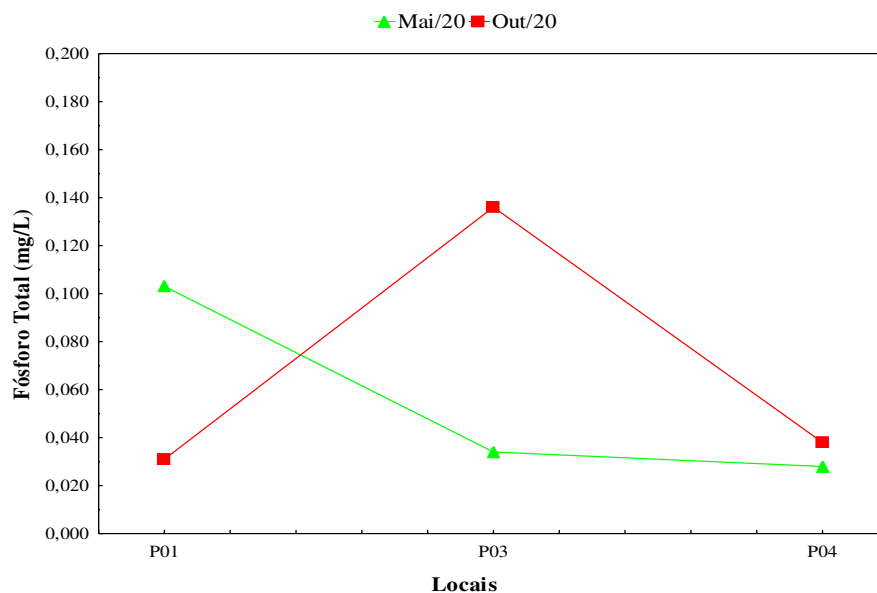


Figura 4.3.3.9 – Concentrações de fósforo total (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Ortofosfato**

O ortofosfato apresentou menores concentrações no mês de outubro, com valor de 0,017 mg/L no P01 e maiores concentrações em maio, 0,10 mg/L no P03 (Figura 4.3.3.10). Não há limite estabelecido para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

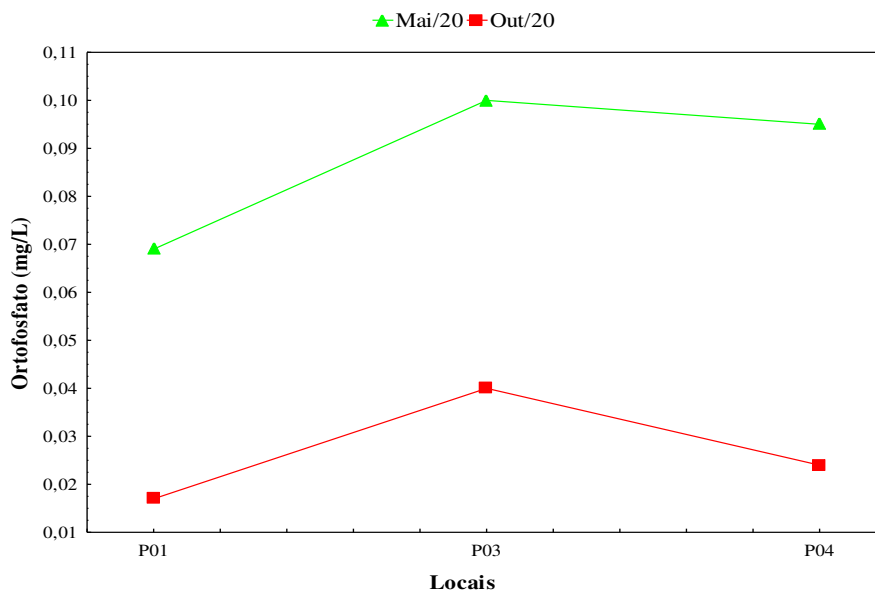


Figura 4.3.3.10 – Concentrações de ortofosfato (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Nitrato**

As concentrações de nitrato nos poços variaram entre não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM = 0,30 mg/L) em P01 e P03 em maio e 3,50 mg/L no P04 em outubro (Figura 4.3.3.11). A resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde estabelecem valor de nitrato até 10,00 mg/L em águas para consumo humano, portanto, a qualidade da água nos poços mostrou-se adequada quanto a esse parâmetro nos meses analisados.

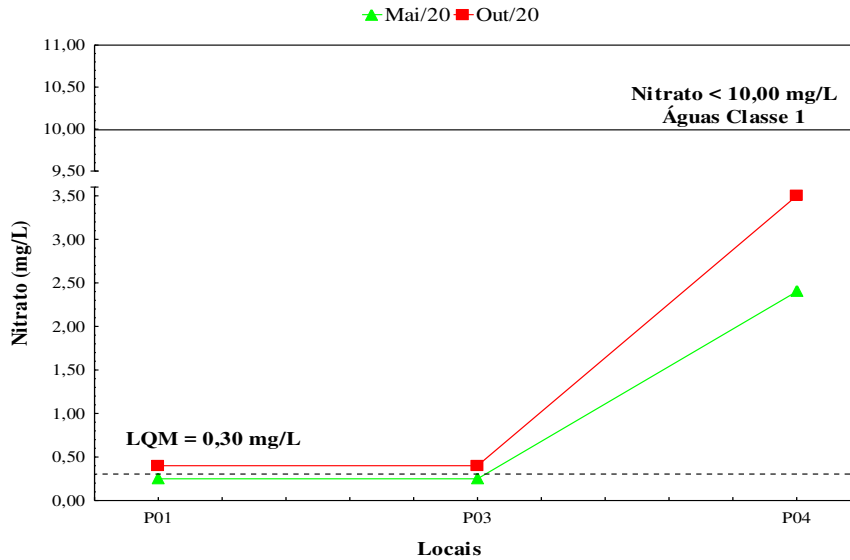


Figura 4.3. 3.11 – Concentrações de nitrato (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – Classe 2; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio**

A DBO variou de <1,0 mg/L, P01 em maio, a 1,97 mg/L também no P01, porém em outubro (Figura 4.3.3.12). Não há limite estabelecido para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

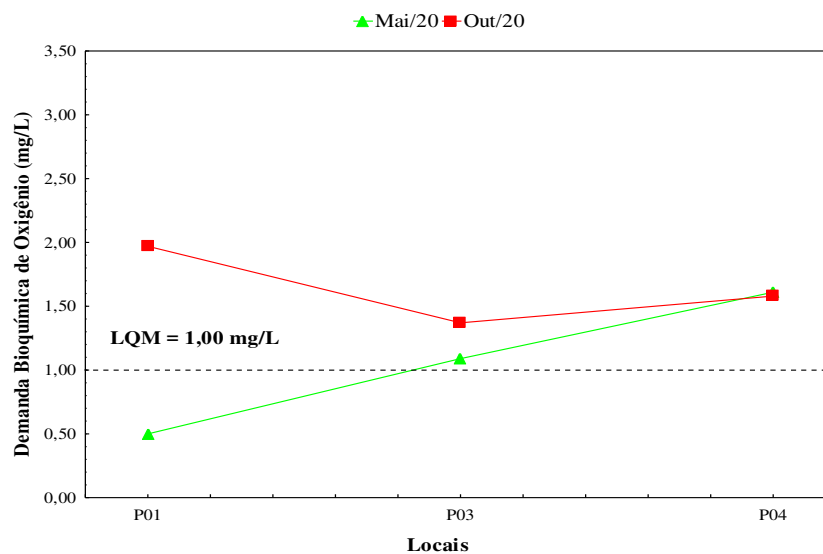


Figura 4.3.3.12 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Demanda Química de Oxigênio**

O menor valor de DQO foi registrado no P04 em outubro (32,33 mg/L), e o maior valor foi registrado no P01 em maio (87,20 mg/L) (Figura 4.3.3.13). Esse também é um parâmetro não referenciado na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

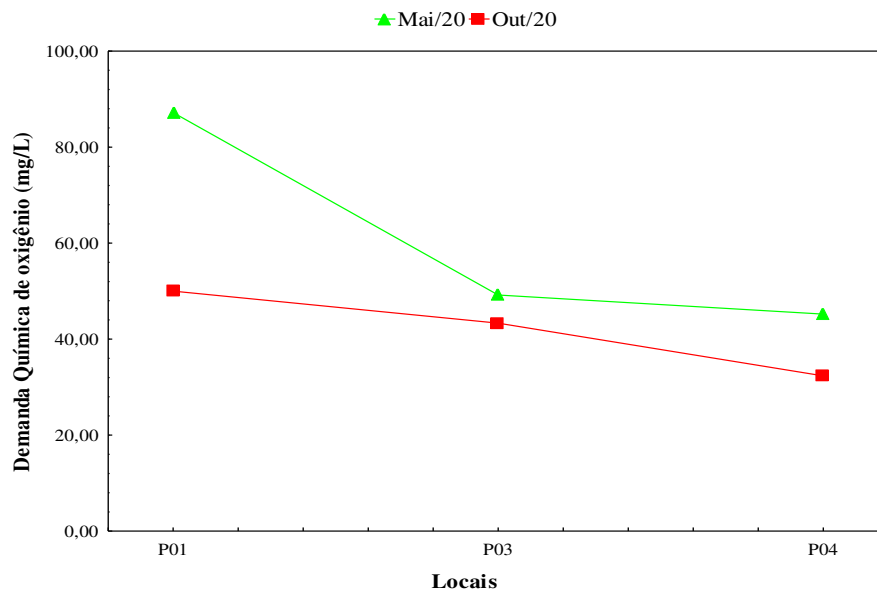


Figura 4.3.3.13 – Valores da demanda química de oxigênio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Material em Suspensão**

Nesta seção estão descritos os resultados para o material em suspensão nas amostras obtidas, tendo sido analisados os sólidos dissolvidos.

- **Sólidos Dissolvidos**

As concentrações de sólidos dissolvidos nas amostras analisadas variaram de 162,50 mg/L no P03, em maio, a 205,50 mg/L no P04, em outubro, conforme apresentado na Figura 4.3.3.14, portanto, estiveram bem inferiores ao limite de 1.000 mg/L estabelecido para águas da classe 1 na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, indicando adequação da qualidade da água quanto a esse parâmetro.

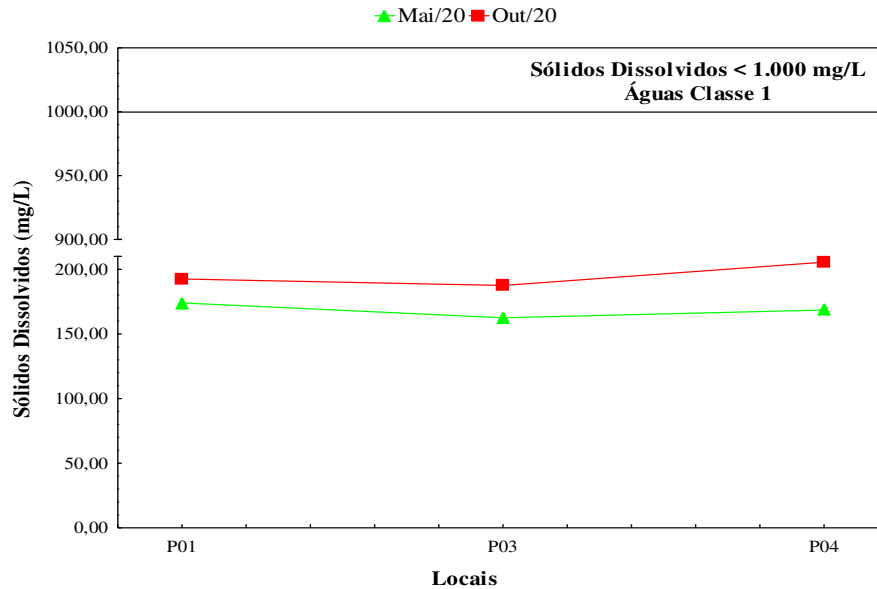


Figura 4.3.3.14 – Concentrações de sólidos dissolvidos (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

- **Dureza Total**

Os valores de dureza total oscilaram de 39,60 mg/L no P01 em outubro a 145,00 mg/L no P04, em maio (Figura 4.3.3.15). Esse é um parâmetro sem limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde. A dureza total da água, que pode ser calculada somando-se as concentrações de íons cálcio e magnésio, expressos como carbonato de cálcio, é composta de duas partes: a dureza temporária, resultante da presença de carbonatos e bicarbonatos, que podem ser eliminados por meio de fervura da água, e a dureza permanente, devida a cloretos, nitratos e sulfatos, que não são susceptíveis à evaporação (Funasa, 2013).

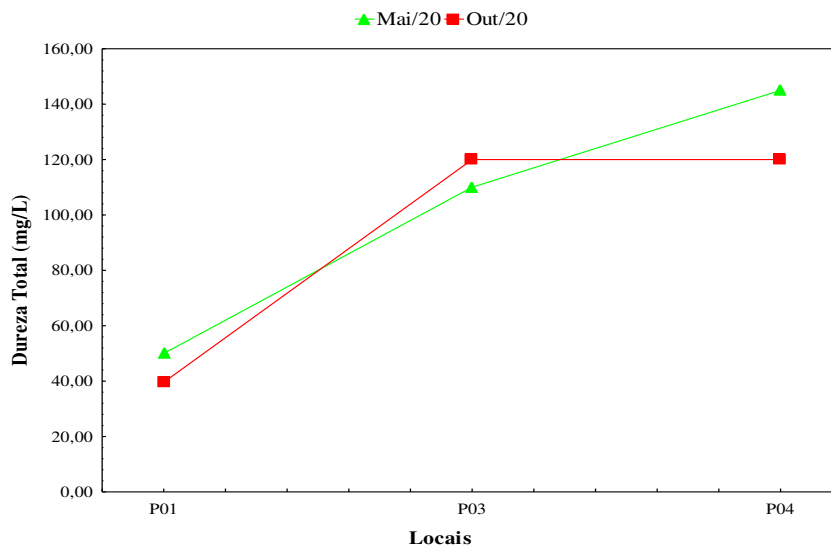


Figura 4.3.3.15 – Valores de dureza total (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- Cálcio

Nos poços analisados, as concentrações de cálcio apresentaram valor mínimo de 6,40 mg/L no P01, em maio, e valor máximo de 39,30 mg/L no P04, em outubro, como apresentado na Figura 4.3.3.16. De maneira geral os poços P01 e P03 não apresentaram grande variação entre as amostragens quanto no P04. Também não há limite previsto na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde para esse parâmetro.

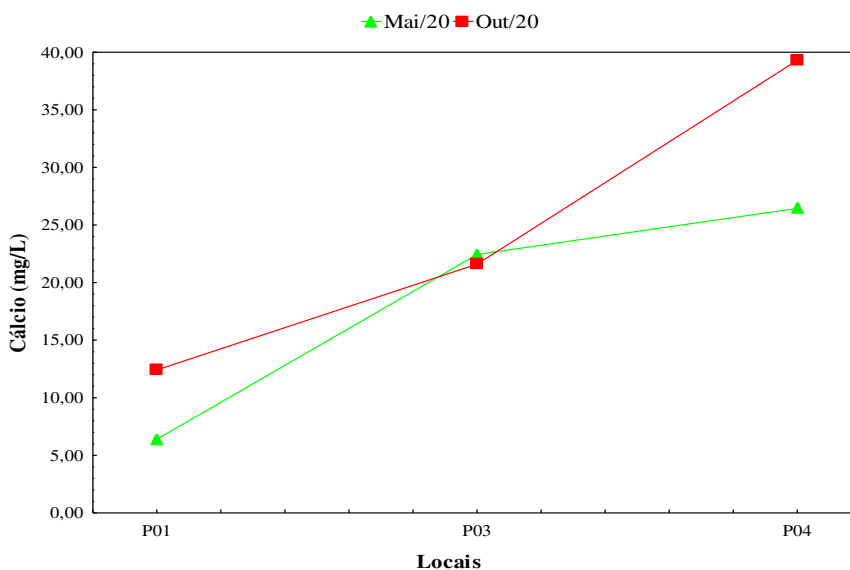


Figura 4.3.3.16 – Concentrações de cálcio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- Cloretos

As concentrações de cloretos apresentaram valores mínimo em outubro, com 0,40 mg/L no P03 e máximo de 12,60 mg/L no P04 em outubro (Figura 4.3.3.17), portanto, estiveram bem abaixo do limite de 250 mg/L estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde em águas para consumo humano.

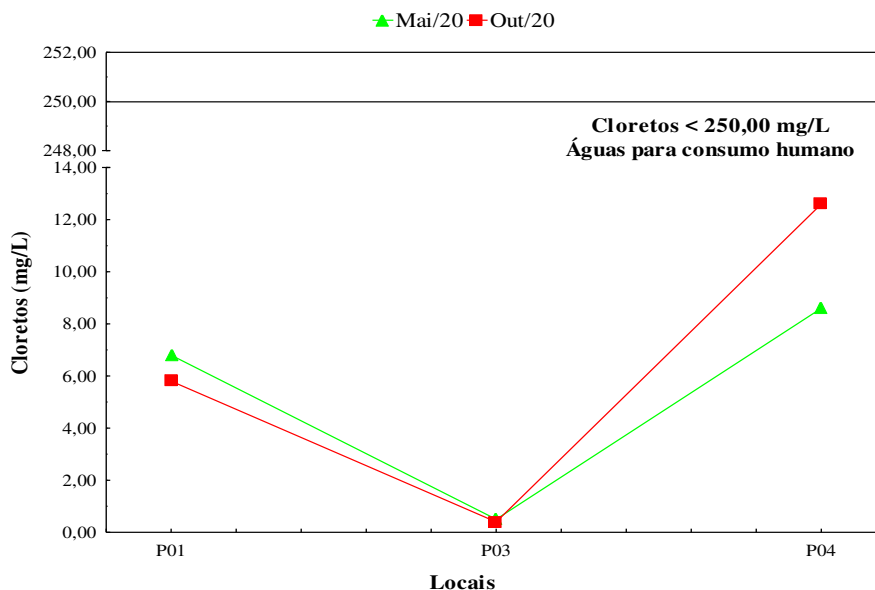


Figura 4.3.3.17 – Concentrações de cloretos (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

- Magnésio

As concentrações de magnésio variaram de 0,00 mg/L nos locais P03 e P04 em outubro e 20,65 mg/L no P04, em maio (Figura 4.3.3.18). Não há limite estabelecido para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

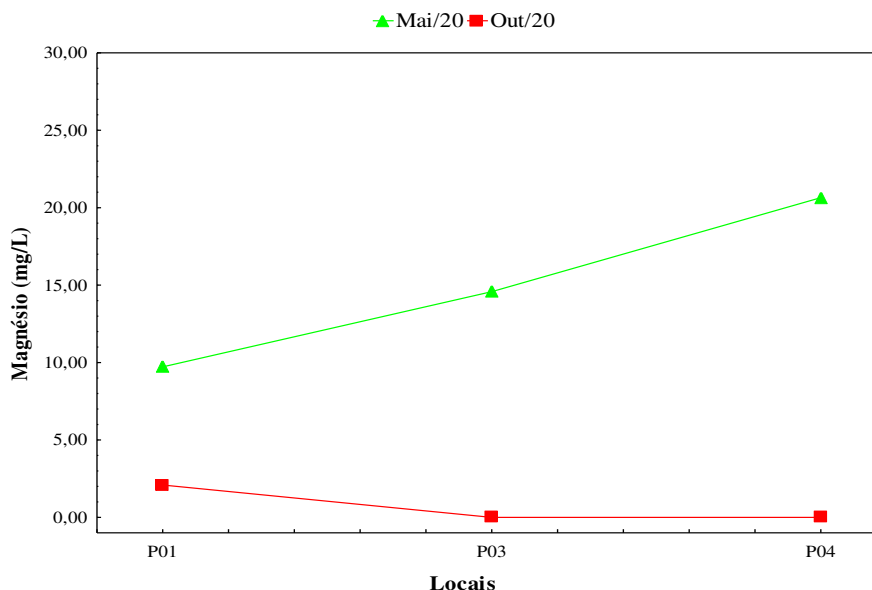


Figura 4.3.3.18 – Concentrações de magnésio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Manganês

As concentrações de manganês na água dos poços não apresentaram valores que atingissem o limite de quantificação do método (LQM = 0,013 mg/L) em todos os poços e em ambos os meses analisados. Considerando-se o limite de 0,1 mg/L estabelecido pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde para esse mineral, as concentrações estiveram inferiores ao estabelecido.

• Metais

Esta seção apresenta os resultados obtidos para as concentrações de ferro nas amostras de águas subterrâneas obtidas na área de entorno da PCH Cantu 2.

• Ferro Total

As concentrações de ferro verificadas variaram de 0,09 mg/L para o poço P03, em outubro e 0,26 mg/L para o P01, em maio (Figura 4.3.3.19), considerando o limite de 0,30 mg/L estabelecido para esse metal em águas para consumo humano pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, todos os poços apresentaram concentração menor que o estabelecido.

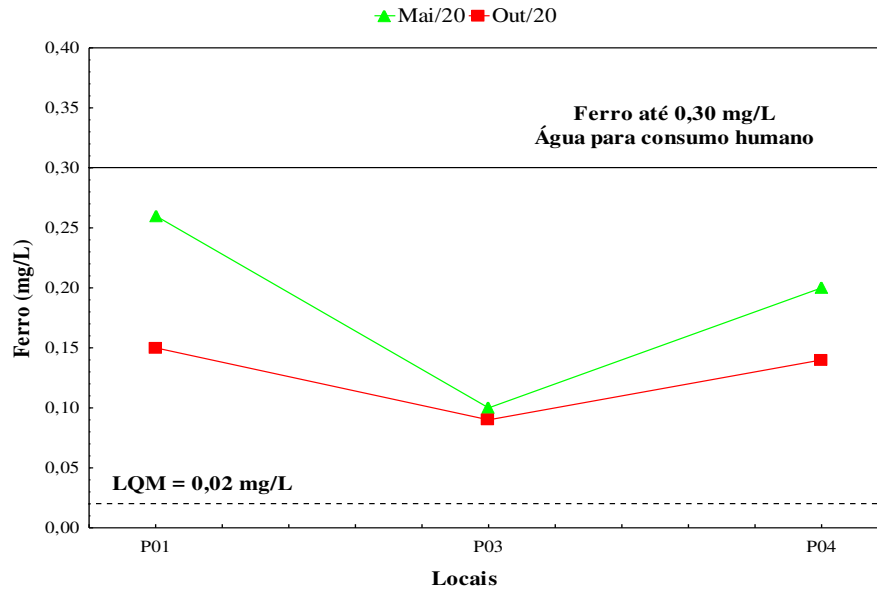


Figura 4.3.3.19 – Concentrações de ferro (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Bactérias do Grupo Coliformes**

Esta seção apresenta os resultados das análises de bactérias do grupo coliformes nas amostras de águas subterrâneas coletadas no ano de 2020 na área de entorno da PCH Cantu 2.

- **Coliformes Totais**

As concentrações de coliformes totais variaram de <1,0 NMP/100 mL (P01 e P03, em maio) e (P03, em outubro) a um máximo de 75 NMP/100 mL no P01 em outubro (Figura 4.3.3.20). Não há referência a limite para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08, porém a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde define que estes organismos devem estar ausentes em água de consumo humano, portanto, os poços P01 e P03 no mês de maio ficaram de acordo com as resoluções.

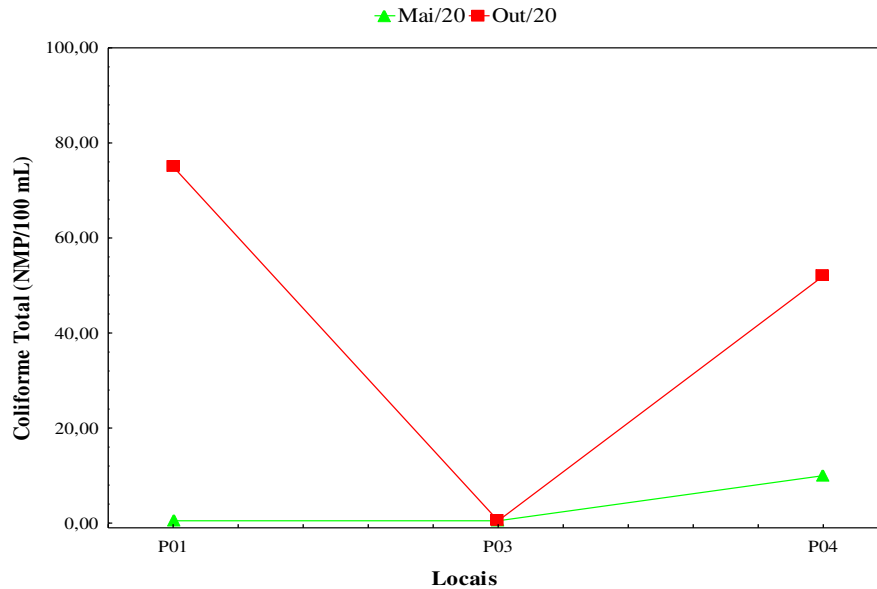


Figura 4.3.3.20 – Concentrações de coliformes totais (NMP/100 mL) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

- Coliformes Fecais ou Termotolerantes (**Escherichia coli**)

As amostras coletadas resultaram em concentrações que não atingiram o limite de quantificação do método (LQM =1 NMP/100 mL) de coliformes fecais, exceção para o local P04 em outubro, onde foi detectado a presença de células de *E. Coli* (20 NMP/100 mL). A resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde determinam que essas bactérias devem estar ausentes em 100 mL de águas destinadas a consumo humano, portanto, para o poço P04 em outubro, o valor ficou acima do recomendado pelas resoluções.

- **Adequação Legal dos Parâmetros Analisados**

A maioria dos parâmetros analisados não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA no 396/08 e na Portaria de Consolidação no 5/2017 do Ministério da Saúde, conforme verificado na tabela 3.1. Durante o ano de 2020 todos os parâmetros avaliados indicaram que a água subterrânea esteve própria para o consumo, não apresentando valores que não estiveram em conformidade à resolução citada, exceto coliformes totais. Uma atenção especial deve ser dada ao local P04, onde no mês de outubro apresentou concentrações de *E. Coli*.

Tabela 3.1 – Parâmetros analisados nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Parâmetros	Meses						Resolução CONAMA 396/08 Consumo Humano
	Maio 2020			Outubro 2020			
	P01	P03	P04	P01	P03	P04	
Alcalinidade (mg/L)	62,38	110,00	112,88	50,06	105,63	90,00	-
Bicarbonato	60,85	108,74	112,69	50,04	105,40	89,84	-
Cálcio (mg/L)	6,40	22,44	26,45	12,42	21,60	39,30	-
Cloretos (mg/L)	6,80	0,50	8,60	5,80	0,40	12,60	250 mg/L
Coliforme Total (NMP/100 mL)	< 1,00	< 1,00	10	75	< 1,00	52	-
Condutividade Elétrica (μ S/cm)	1240	183,8	1286	256	196	292,9	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	< 1,00	1,09	1,61	1,97	1,37	1,58	-
Demanda Química de oxigênio (mg/L)	87,20	49,20	45,20	50,00	43,33	32,33	-
Dureza Total (mg/L)	50,0	110,0	145,0	39,6	120,0	120,0	-
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	<1	<1	<1	<1	<1	20	Ausente
Ferro (mg/L)	0,26	0,10	0,20	0,15	0,09	0,14	0,3 mg/L
Fósforo Total (mg/L)	0,103	0,034	0,028	0,031	0,136	0,038	-
Hidróxido	0,123	0,00	0,008	0,002	0,011	0,009	-
Magnésio (mg/L)	9,72	14,58	20,65	2,09	0,00	0,00	-
Manganês (Mn)	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	0,1 mg/L
Nitrato (mg/L)	< 0,30	< 0,30	2,40	0,40	0,40	3,50	10 mg/L
Ortofosfato (mg/L)	0,069	0,1	0,095	0,017	0,04	0,024	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,93	6,37	6,27	7,13	11,85	6,70	-
pH	8,57	7,76	7,14	7,82	7,93	6,79	-
Saturação (%)	90,7	70,0	74,1	89,8	97,3	81,2	-
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	174,0	162,5	168,5	192,5	187,5	205,5	1.000 mg/L

Temperatura da Água (oC)	21,5	20,1	20,4	27,2	22,0	25,6	-
Temperatura da Ar (oC)	22	23,5	20	32	28	31	-
Turbidez (NTU)	<0,62	<0,62	<0,62	<0,62	<0,62	1,02	-

* Valores em vermelho não atendem à resolução CONAMA 396/2008 para consumo humano.

• Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA), buscando-se verificar correlação entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos nos locais e meses analisados, mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 67,8% da variabilidade dos dados (Figura 3.21) e o que o eixo 1 diferiu do eixo 2 ($p < 0,05$). O primeiro eixo (PCA1), com autovalor 8,299, explicou 39,52% da variabilidade, sendo que os parâmetros cálcio, coliformes feiciais e totais, DBO, nitrato, sólidos dissolvidos, temperatura do ar, temperatura da água e turbidez contribuíram negativamente para a formação deste eixo, e distinguiram o P04 (outubro) dos demais, por outro lado os parâmetros alcalinidade e dureza total contribuíram positivamente e estão ligados principalmente ao mês de maio. O segundo eixo (PCA2), com autovalor de 5,937, explicou 28,27% da variabilidade dos dados. Ficou evidente que os poços P01 e P04 diferem entre si e também entre os meses amostrados.

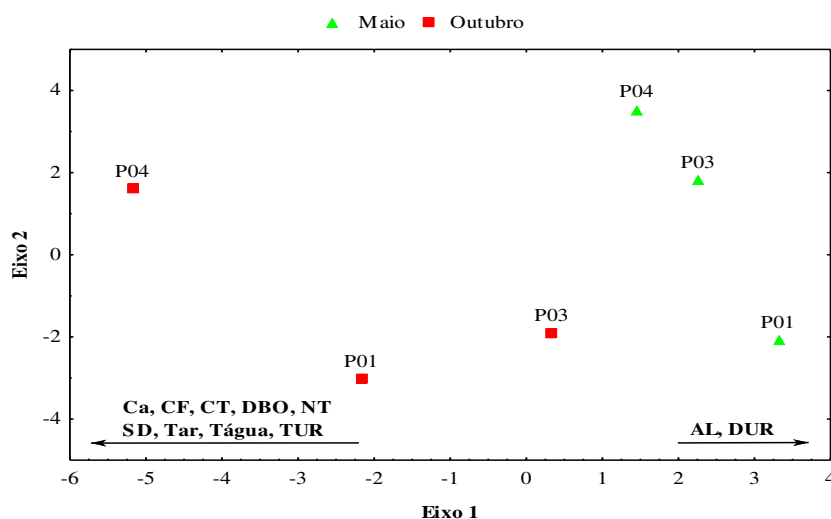


Figura 3.21 – Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada aos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos nos POÇOS amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 (Ca= cálcio, CF=coliformes feiciais, CT=coliformes totais,

DBO= demanda bioquímica de oxigênio, NT=nitrato, SD=sólidos dissolvidos, Tar=temperatura do ar, Tágua=temperatura da água, TUR=turbidez, Al=alcalinidade, DUR=dureza total).

4.3.4 Considerações Finais

As águas subterrâneas na área de entorno da PCH Cantu 2 apresentaram características gerais de potabilidade (consumo humano), exceto para coliformes totais e fecais (P04). As variações apresentadas são pontuais e não acarretam em malefícios para o meio e também para o consumo, porém devido a presença de coliformes fecais a população deveria ser orientada a tratar a água antes do consumo, para eliminar estes organismos.

5 PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA

5.1 JUSTIFICATIVA

O presente programa justifica-se em função da necessidade de se conhecer com segurança quais os parâmetros que sofrerão modificações antes e após o enchimento do reservatório, e de que forma eles interferirão na qualidade da água. Além disso, pelo conhecimento destas variáveis e do seu comportamento, é possível a adoção de ações no sentido de se minimizar os efeitos negativos da formação do reservatório sobre os aspectos físicos e biológicos da água.

5.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste programa é:

- Obter informações mais específicas e consistentes sobre a qualidade da água na fase rio, antes e durante a construção do empreendimento, bem como as alterações causadas pela formação do reservatório, ou seja, na fase de operação, através do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.

Os objetivos específicos são:

- Conhecer as características das águas anteriormente ao represamento, em vários períodos (normais, de cheias e de estios);
- Caracterizar as condições de qualidade da água no trecho do rio Cantu na área do reservatório, a montante e a jusante deste;
- Monitorar a qualidade da água na fase de operação do empreendimento;
- Investigar, identificar e adotar ações preventivas e corretivas em relação às causas de quaisquer anomalias verificadas na qualidade da água do reservatório;
- Avaliar as condições tróficas do futuro reservatório;
- Reunir informações acerca das alterações produzidas pela PCH Cantu 2 na qualidade da água, nas comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas e bentônicas;

- Definir períodos de maior produtividade biológica no rio Cantu;
- Fornecer subsídios para o manejo, conservação e usos múltiplos das águas do reservatório;
- Orientar medidas de controle e de melhoria da qualidade da água no reservatório e à jusante da barragem.

5.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Entre os dias 5 e 8 de outubro de 2020 foi realizada campanha de monitoramento limnológico e da qualidade da água em cinco locais de amostragem estabelecidos na área da PCH Cantu 2.

O ANEXO I apresenta o relatório do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água

5.3.1 Áreas Amostrais

Foram estabelecidos cinco pontos de amostragem de limnologia, qualidade da água e ictiofauna na área de influência do reservatório, sendo: 1) Montante (MON): entre as cidades de Nova Cantu e Palmital; 2) Reservatório (RES): local onde está formado o reservatório e próximo da barragem; 3) Trecho de Vazão Reduzida (TVR): entre Nova Cantu e Laranjal; 4) Jusante (JUS): situado abaixo da saída de água das turbinas; e 5) Rio Branco (BCO): entre os municípios de Laranjal e Palmital, no trecho lótico.

- **Montante**

O local Montante está compreendido entre os municípios de Nova Cantu e Palmital, nas coordenadas 24°42'45,87"S/52°25'29,06"W. Por se tratar do final do reservatório, as corredeiras que antes limitavam a navegação foram encobertas, facilitando o acesso à montante onde se localiza o tributário rio Azul que faz divisa entre os municípios de Nova Cantu e Roncador, à partir deste ponto o rio Cantu volta a ter caráter lótico, onde a coleta foi realizada. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa, principalmente na margem esquerda, onde o declive é mais acentuado. No entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 5.3.1.1).



Figura 5.3.1.1 – Vista panorâmica do local de amostragem Montante (**MON**) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Reservatório**

Localizado entre os municípios de Nova Cantu e Palmital ($24^{\circ}44'42,75''S/52^{\circ}26'06,3''W$), o local sofre influência direta do barramento do rio Cantu, apresentando água lântica, com profundidade mais acentuada devido à formação do reservatório. No entorno propriedades que exercem atividades de pecuária e agricultura estão presentes (Figura 5.3.1.2).



Figura 5.3.1.2 – Vista panorâmica do local de amostragem Reservatório (**RES**) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Trecho de Vazão Reduzida**

É o local compreendido entre o eixo da barragem e a saída da água das turbinas da PCH Cantu 2, entre os municípios de Nova Cantu e Laranjal nas coordenadas $24^{\circ}45'6,87''S/52^{\circ}28'16,76''W$. É uma região de declive acentuado entre

duas corredeiras. O local está situado logo abaixo da barragem. O entorno apresenta propriedades que desenvolvem atividades de pecuária e agricultura nas duas margens (Figura 5.3.1.3).



Figura 5.3.1.3 – Vista panorâmica do local de amostragem Trecho de Vazão Reduzida (TVR), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Jusante**

O local jusante está situado nas coordenadas $24^{\circ}45'3,00''S/52^{\circ}29'33,2''W$, aproximadamente 6,0 km a jusante da casa de força. Apresenta as mesmas características físicas dos locais anteriores, com a vegetação marginal presente em aproximadamente 30 m de largura, fundo rochoso e remanso. No entorno atividades agrícolas e de pecuária estão presentes (Figura 5.3.1.4).



Figura 5.3.1.4 – Vista panorâmica do local de amostragem Jusante (JUS) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Rio Branco**

O rio Branco está situado na margem esquerda do rio Cantu, faz divisa entre os municípios de Laranjal e Palmital, o ponto de amostragem está localizado nas coordenadas 24°45'57,1"S/52°25'49,5"W, e situa-se no trecho lótico logo acima do reservatório. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa. No entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 5.3.1.5).



Figura 5.3.1.5 – Vista panorâmica do local rio Branco (**BCO**), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

5.3.2 Metodologia

As coletas de água foram realizadas entre 05 e 08 de outubro, nos cinco pontos de amostragem na subsuperfície e em duas camadas no local RES), e nos poços, sendo que os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos foram determinados:

- Temperatura do ar: obtida através da leitura em termômetro de bulbo de mercúrio;
- Temperatura da água: obtida através de oxímetro/sonda (APHA, 2017);
- Oxigênio dissolvido: obtida através de oxímetro/sonda (APHA, 2017);
- Perfil de Oxigênio Dissolvido e Temperatura da água medida através de sonda eletrônica digital (APHA, 2017);
- Condutividade elétrica: obtida através de Condutivímetro eletrônico digital (APHA, 2017);

- pH: medido por pHmetro digital (APHA, 2017);
- Turbidez: obtida através de Turbidímetro eletrônico digital (APHA, 2017);
- Transparência da água: obtida pelo disco de Secchi (Wetzel, 2001);
- Alcalinidade total: medida pelo método de Gran (APHA, 2017);
- Fósforo total dissolvido: segundo metodologia descrita por Mackereth et al. (1978), através da digestão em ácido sulfúrico (APHA, 2017);
- Nitrogênio kjeldhal (orgânico): obtido através do método proposto por Mackereth et al. (1978), com titulação alcalina em Tiosulfato de Sódio (APHA, 2017);
- Nitrito: obtido conforme metodologia descrita por Strickland & Parsons (1972) e APHA (2017);
- Nitrato: pelo método proposto por HACH/APHA (2017);
- Nitrogênio amoniacal: método proposto por Hanzen & Abel (1999), através da reação com o azul de Indofenol (APHA, 2017);
- DBO e DQO: obtidos segundo método proposto por APHA (2017);
- Clorofila: os teores de clorofila foram obtidos por espectrofotômetro (APHA, 2017);
- Material em suspensão: obtidos através de análise gravimétrica, segundo APHA (2017);
- Cálcio, dureza, cloretos, magnésio e sulfatos: através do método proposto por APHA (2017);
- Fenóis: através do método proposto por APHA (2017);
- Óleos e graxas: método utilizado por APHA (2017);
- Metais pesados: cádmio, chumbo, cromo, cobre e manganês; obtidos por absorção atômica, segundo APHA (2017);
- Sílica reativa: obtida através da reação com molibdato de amônio (APHA, 2017);

- Coliformes totais e fecais: obtidos por colorimetria, segundo APHA (2017);
- Fitoplâncton: obtido através da simples passagem de frasco de vidro ou polietileno com capacidade de 150mL, sendo as amostras fixadas com solução de lugol acético. Paralelamente, para auxiliar nos estudos taxonômicos, foram filtrados 200 litros de água em rede de plâncton cônica com abertura de malha de 20 μm , sendo que a quantificação foi feita com auxílio de microscópio invertido, utilizando-se de câmaras de sedimentação de 5,0 ml, e a identificação realizada com auxílio de Bourrelly (1972), Bicudo & Bicudo (1970) e Bicudo & Menezes (2005).
- Zooplâncton: obtido por filtração de 200 litros de água em rede de plâncton de 68 μm . A correção a um volume conhecido foi realizada em laboratório e a contagem de sub-amostras foi realizada com auxílio de microscópio óptico comum e pipeta “Henson-Stempel”. A identificação dos indivíduos foi realizada com o auxílio de Koste (1978), Sendacz & Kubo (1982), Reid (1985), Matsumura-Tundisi et al. (1986), Segers (1995) e Elmoor-Loureiro (1997).
- Macroinvertebrados Bentônicos: amostrados através do método de coleta do tipo “kick-sampling”, utilizando-se a rede coletora do tipo “hand-net”. Em cada local de amostragem foram efetuadas coletas, buscando avaliar os diferentes microhabitats (ambientes lóticos, remansos, margens e centro) e também draga tipo Petersen com área total de 0,09m² que foi aplicada apenas no local reservatório. Após a coleta, as amostras foram triadas em campo para identificação prévia dos organismos ainda vivos, sendo posteriormente conservados em álcool 70%. A amostra residual também foi conservada em álcool a 70%, para realização de triagem complementar, com a utilização de um sistema de peneiras graduadas. A identificação em laboratório foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico, segundo McCafferty (1981), Pérez (1988), Buzzi (2002), Costa et al. (2006) e Mugnai et al. (2010).

As comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e de macroinvertebrados bentônicos foram analisadas quanto à riqueza de espécies (número de táxons),

equitabilidade (Pielou) e índice de diversidade de Shannon (Krebs, 1999; Statsoft Inc., 2005 e “software” PC-ORD 4.0) (MacCune & Mefford, 1999).

Para registrar e identificar bancos de macrófitas foi realizada uma varredura em toda extensão do reservatório e a jusante do barramento da PCH Cantu 2. Os bancos de macrófitas quando avistados foram fotografados, georreferenciados e estimados os seus tamanhos.



Figura 5.3.2.1 – Coleta de água nas camadas do Reservatório e aferição dos parâmetros em campo.



Figura 5.3.2.2 – Coleta de Fitoplâncton e Zooplâncton com rede de 20 e 68 μm , respectivamente (A; B); macroinvertebrados bentônicos com “kick sampling” (C) e draga de Petersen (D) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.



Figura 5.3.2.3 – Método da varredura para registro das macrófitas aquáticas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Após a determinação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, foi estimado o índice de qualidade da água (IQA), através da seguinte fórmula (Suderhsa, 1997):

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

sendo:

IQA = Índice de qualidade da água;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro (obtido nas curvas);

w_i = peso relativo do i -ésimo parâmetro (Tabela 5.3.2.1);

Tabela 5.3.2.1 – Pesos dos diferentes parâmetros utilizados no cálculo do índice de qualidade da água (Fonte: Suderhsa, 1997).

Parâmetros	Pesos (WI)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,10
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Fecais	0,15
Nitrogênio Total	0,10
pH	0,12
Variação da Temperatura	0,10
Resíduo Total	0,08
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08

A qualidade da água será classificada em Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima (Cetesb, 2003), conforme o valor de IQA constante na Tabela 5.3.2.2.

Tabela 5.3.2.2 – Classificação da água de acordo com os valores de IQA.

IQA	Classificação
$79 < IQA \leq 100$	Ótima
$51 < IQA \leq 79$	Boa
$36 < IQA \leq 51$	Regular
$19 < IQA \leq 36$	Ruim
$IQA \leq 19$	Péssima

Com o objetivo de estabelecer as diferentes classes de água de reservatórios em relação ao grau de degradação da qualidade de suas águas, uma matriz contendo os intervalos de classe dos parâmetros mais relevantes foi aplicada. Para essa matriz, reservatórios com diferentes características tróficas, morfológicas e hidrodinâmicas foram monitorados e os dados obtidos armazenados em bancos de dados. Todas as variáveis foram submetidas a análise estatística multivariada, para selecionar aquelas mais relevantes para uma clara caracterização da qualidade da água. A matriz desenvolvida apresenta seis classes de qualidade de água, as quais foram estabelecidas, a partir de percentis de 10, 25, 50, 75 e 90% de cada uma das variáveis mais relevantes (Tabela 5.3.2.3).

Tabela 5.3.2.3 – Matriz da Qualidade de água (Fonte: IAP, 2003).

Variáveis	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Déficit de Oxigênio (%)	≤ 5	6-20	21-35	36-50	51-70	> 70
Fósforo Total (mg/L)	$\leq 0,010$	0,011-0,025	0,026-0,040	0,041-0,085	0,086-0,210	$> 0,210$
Nitrog. Inorg. Total (mg/L)	$\leq 0,15$	0,16-0,25	0,26-0,60	0,61-2,00	2,00-5,00	$> 5,00$
Clorofila- <i>a</i> (mg/m ³)	$\leq 1,5$	1,5-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	11,0-32,0	$> 32,0$
Disco de Secchi (m)	≥ 3	3-2,3	2,2-1,2	1,1-0,6	0,5-0,3	$< 0,3$
DQO (mg/L)	≤ 3	3-5	6-8	9-14	15-30	> 30
Tempo de residência (dias)	≤ 10	11-40	41-120	121-365	366-550	> 550

Profundidade média (m)	≥35	34-15	14-7	6-3,1	3-1,1	<1
Fitoplâncton (diversidade de espécies)	Baixa, sem predominância de espécies	Média a alta, sem predominância de espécies	Média a alta, com predominância de espécies	Reduzida, com predominância de espécies	Reduzida, com predominância de espécies	Muito reduzida, com predominância de espécies permanente
Fitoplâncton (florações)	Sem	Rara	Eventual	Frequente	Frequente/Permanente	Permanente

Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água de reservatório, as variáveis selecionadas receberam pesos distintos, em função de seus diferentes níveis de importância na avaliação da qualidade da água de reservatório (Tabela 5.3.2.4).

Tabela 5.3.2.4 – Variáveis selecionadas para o cálculo do IQAR e seus respectivos pesos.

Variáveis “i”	Pesos Wi
Déficit de Oxigênio (%)	17
Fósforo Total (mg/L)	12
Nitrog. Inorg. Total (mg/L)	08
Clorofila-a (mg/m ³)	15
Disco de Secchi (m)	12
DQO (mg/L)	12
Fitoplâncton (Diversidade e florações)	08
Tempo de residência (dias)	10
Profundidade média (m)	06

A classe de qualidade de água à que o reservatório pertence será calculada através do Índice de Qualidade de Água de Reservatórios (IQAR), de acordo com a seguinte fórmula:

$$IQAR = \frac{\sum W_i \cdot q_i}{\sum W_i}$$

Deste modo, existem seis classes de qualidade da água em função do nível de comprometimento, e a classe de qualidade da água a que cada reservatório pertence é identificada através do valor do IQAR (Tabela 5.3.2.5).

Tabela 5.3.2.5 – Índice de Qualidade da Água de Reservatórios.

Classe	IQAR
I	0-1,5
II	1,6-2,5
III	2,6-3,5
IV	3,6-4,5
V	4,6-5,5
VI	>5,6

Sendo:

Classe I: não impactado a muito pouco degradado. Corpos d'água sempre com saturação de oxigênio, baixa concentração de nutrientes, concentração de matéria orgânica muito baixa, alta transparência das águas, densidade de algas muito baixa, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média.

Classe II: pouco degradado. Corpos d'água com pequena entrada de nutrientes orgânicos e inorgânicos e matéria orgânica, pequena depleção de oxigênio dissolvido, transparência das águas relativamente alta, baixa densidade de algas, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média.

Classe III: moderadamente degradado. Corpos d'água que apresentam um déficit de oxigênio dissolvido na coluna de água podendo ocorrer anoxia na camada de água próxima ao fundo, em determinados períodos, entrada considerável de nutrientes e matéria orgânica, grandes variedades e densidade de algumas destas espécies de algas, sendo que algumas espécies podem ser predominantes, tendência moderada a eutrofização, tempo de residência das águas considerável.

Classe IV: criticamente degradado a poluído. Corpos d'água com entrada de matéria orgânica capaz de produzir uma depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido da coluna d'água, possibilidade de ocorrer mortandade de peixes em alguns períodos de acentuado déficit de oxigênio dissolvido, entrada de consideráveis cargas de nutrientes, alta tendência a eutrofização, ocasionalmente com desenvolvimento

maciço de populações de algas, ocorrência de reciclagem de nutrientes, baixa transparência das águas associada principalmente à densidade de algas;

Classe V: muito poluído. Corpos d'água com altas concentrações de matéria orgânica geralmente com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, alto "input" e reciclagem de nutrientes, corpos de água eutrofizados, com florações de algas que frequentemente cobrem grandes extensões da superfície da água, o que limita a transparência.

Classe VI: extremamente poluído. Corpos d'água com condições bióticas seriamente restritas, resultante de severa poluição por matéria orgânica ou outras substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido, sendo que ocasionalmente ocorrem processos de anoxia em toda coluna de água, entrada e reciclagem de nutrientes muito altos, corpos d'água hipereutróficos, com florações de algas cobrindo toda a massa de água, eventual presença de substâncias tóxicas.

O Índice do Estado Trófico (IET) será baseado no trabalho de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004), conforme as expressões:

Para ambientes lóticos (rios):

$$IET(CL) = 10 \left[6 - \frac{(-0,7 - (0,6 * \ln(CL)))}{\ln 2} \right] - 20$$

$$IET(PT) = 10 \left[6 - \frac{(0,42 - (0,36 * \ln(PT)))}{\ln 2} \right] - 20$$

$$IET = \left[\frac{IET(PT) + IET(CL)}{2} \right]$$

Para ambientes lênticos (reservatórios):

$$IET(CL) = 10 \left[6 - \frac{(0,92 - (0,34 * \ln(CL)))}{\ln 2} \right]$$

$$IET(PT) = 10 \left[6 - \frac{(1,77 - (0,42 * \ln(PT)))}{\ln 2} \right]$$

$$IET = \left[\frac{IET(PT) + IET(CL)}{2} \right]$$

sendo:

IET (CL) = índice clorofila-*a*;

IET (PT) = índice fósforo total;

IET = índice de estado trófico.

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para clorofila-*a*, o índice foi calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET, sendo informado qual variável foi utilizada no cálculo. A classificação do estado trófico foi dada conforme 5.3.2.6.

Tabela 5.3.2.6 – Classificação do estado trófico, segundo Índice de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004).

Classificação de Estado Trófico					
Estado Trófico	Critério	Rios		Reservatórios	
		Fósforo Total (mg/m ³)	Clorofila- <i>a</i> (mg/m ³)	Fósforo Total (mg/m ³)	Clorofila- <i>a</i> (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	PT ≤ 13	CL ≤ 0,74	PT ≤ 8	CL ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	13 < PT ≤ 35	0,74 < CL ≤ 1,31	8 < PT ≤ 19	1,17 < CL ≤ 3,24
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	35 < PT ≤ 137	1,31 < CL ≤ 2,96	19 < PT ≤ 52	3,24 < CL ≤ 11,03
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	137 < PT ≤ 296	2,96 < CL ≤ 4,70	52 < PT ≤ 120	11,03 < CL ≤ 30,55
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	296 < PT ≤ 640	4,70 < CL ≤ 7,46	120 < PT ≤ 233	30,55 < CL ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET > 67	640 < PT	7,46 < CL	233 < PT	69,05 < CL

5.3.3 Resultados

Esta seção apresenta os resultados consolidados obtidos para os parâmetros ambientais analisados nos meses de maio e outubro de 2020 nas águas superficiais, e em mais duas profundidades do reservatório, coletadas na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Temperatura do Ar**

No período analisado, os valores de temperatura do ar variaram de 15,0°C no local JUS em maio a 32,0°C no local MON no mês de outubro, a temperatura média entre os locais e meses foi de 24,9°C (Figura 5.3.3.1).

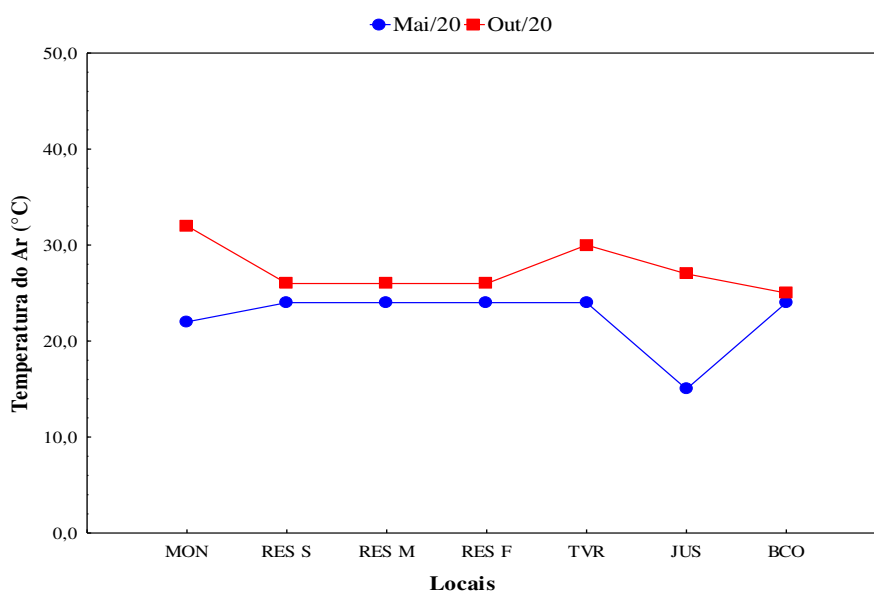


Figura 5.3.3.1 – Variação da temperatura do ar (°C) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Temperatura da Água**

A temperatura da água apresentou menor valor nas camadas RES M e RES F (15,1°C) e maior registro no local MON (25,5°C), ambos no mês de outubro (Figura 5.3.3.2). Cabe ressaltar que esse parâmetro desempenha um importante papel no controle de espécies aquáticas, podendo ser considerada uma das características mais importantes do meio aquático (Silva et al., 2008).

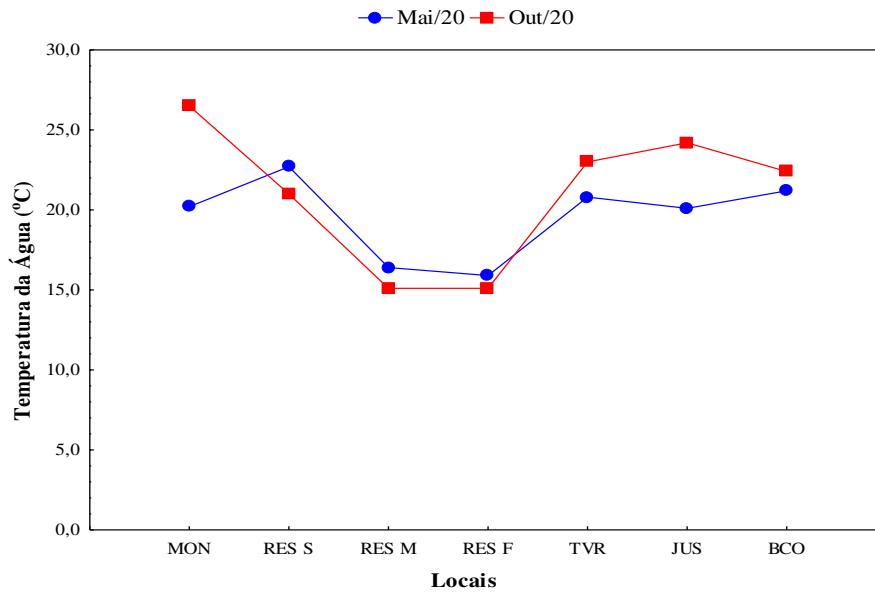


Figura 5.3.3.2 – Variação da temperatura da água (°C) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

• **Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido apresentou menor valor (1,56 mg/L) nas camadas RES M e RES F em maio e no RES F em outubro e uma maior concentração ocorreu no local BCO, 11,50 mg/L, em maio (Figura 5.3.3.3). Embora as concentrações tenham sido baixas nas camadas mais profundas, não foi verificada mortandade de organismos aquáticos neste período.

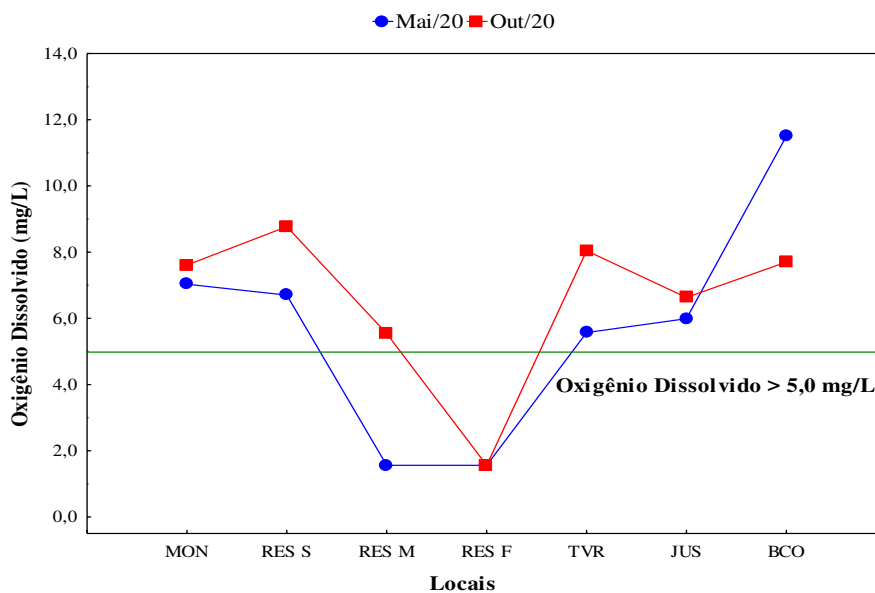


Figura 5.3.3.3 – Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

Em relação à saturação de oxigênio na água, que é a quantidade de oxigênio que está disponível para o meio, o maior valor foi verificado no local BCO, com 128,0%, em maio e o menor nas camadas RES M e RES F com 2,4%, também em maio (Figura 5.3.3.4). Para este parâmetro a resolução CONAMA nº 357/2005 não apresenta limites.

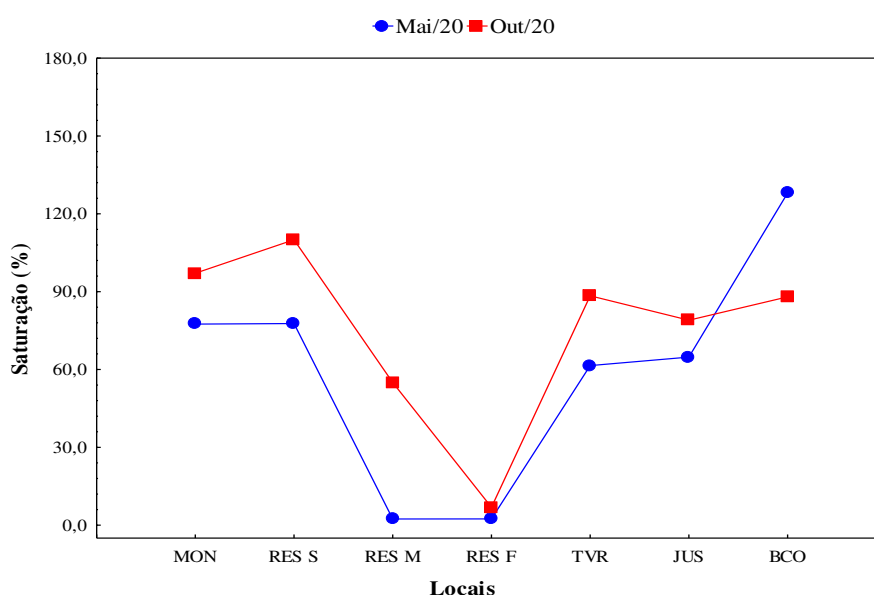


Figura 5.3.3.4 – Saturação de Oxigênio Dissolvido (%) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998), sendo necessário para a respiração de organismos aeróbicos, de modo que a sobrevivência dos peixes, por exemplo, requer concentrações mínimas de oxigênio dissolvido entre 10% e 60% de saturação, dependendo da espécie e outras características do sistema aquático (Fiorucci & Filho, 2005). Considerando-se ainda a resolução CONAMA nº 357/05, que estipula concentração mínima de 5,0 mg/L desse gás para águas de Classe 2, cabe ressaltar que a constatação de valores abaixo de 2,30 mg/L nas camadas RES M e RES F em ambos meses, caracteriza comprometimento da qualidade ambiental

nesses períodos, entretanto, nos outros locais a concentração esteve acima dos limites da resolução.

- **Perfis de Oxigênio Dissolvido e Temperatura do Reservatório**

O perfil de oxigênio dissolvido (Figura 5.3.3.5) mostrou uma maior mistura da coluna de água no mês de outubro, o mesmo sendo observado para a saturação de oxigênio dissolvido (Figura 5.3.3.6), diferentemente do mês de maio, quando pode-se observar uma estratificação do oxigênio e saturação, a partir do quinto metro de profundidade (Figura 5.3.3.7).

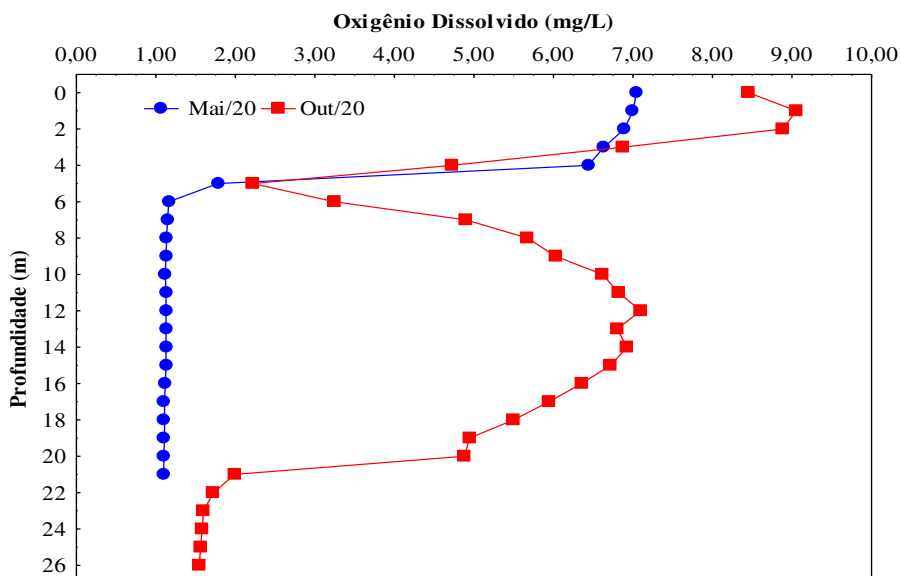


Figura 5.3.3.5 – Perfil de Oxigênio Dissolvido (mg/L) no Reservatório, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

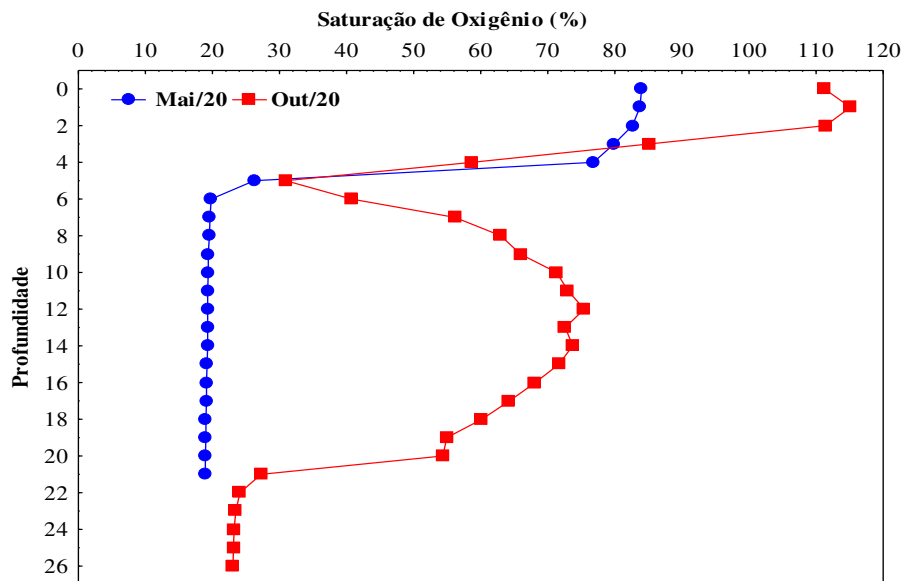


Figura 5.3.3.6 – Perfil de Saturação de Oxigênio Dissolvido (%) no Reservatório, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

Para a temperatura da água, pode-se observar que no mês de outubro a água esteve mais quente na camada mais superficial, em relação ao mês de maio, este fato pode ter contribuído para a estratificação mais acentuada do oxigênio no mês de outubro (Figura 5.3.3.7). Em ambos os meses houve estratificação térmica.

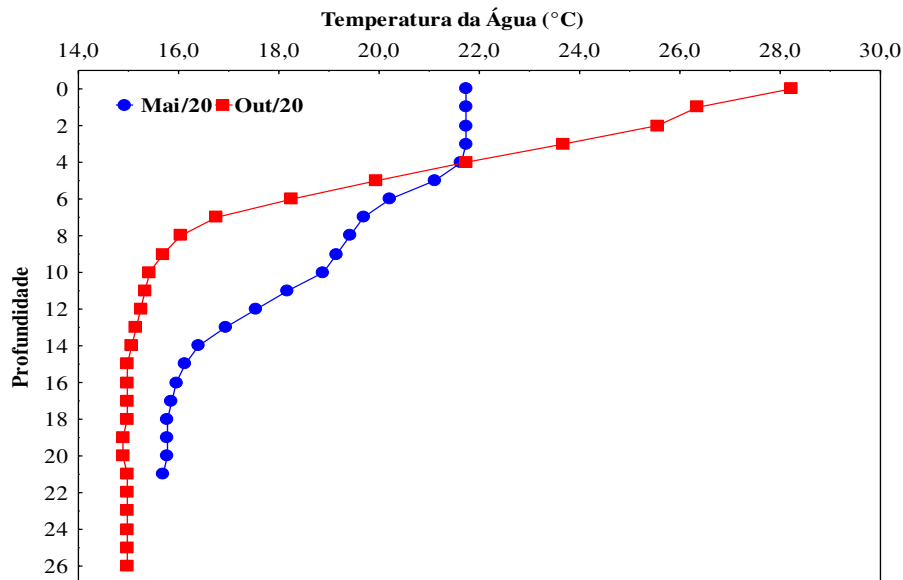


Figura 5.3.3.7 – Perfil de Temperatura da Água (°C) no Reservatório, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

- **Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica é a medida da capacidade da água em conduzir corrente elétrica, cujos valores são expressos em micro Siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Esteves, 2011). Durante o período avaliado, o menor valor ocorreu no local RES M ($54,10 \mu\text{S}/\text{cm}$), no mês de outubro e o maior valor dessa variável ocorreu no BCO ($88,50 \mu\text{S}/\text{cm}$), também outubro (Figura 5.3.3.8).

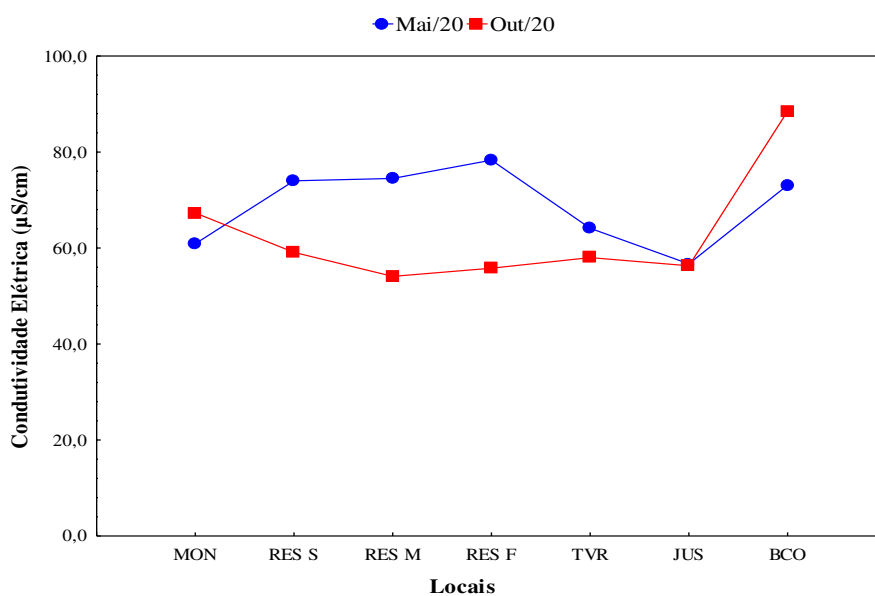


Figura 5.3.3.8 – Variação da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **pH**

Os valores de pH no período amostrado variaram de 6,57 em outubro, no local JUN a 8,66 em maio, no local BCO (Figura 5.3.3.9).

O pH influencia os ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies, sendo que para que se conserve a vida aquática, o pH ideal deve variar entre 6,0 e 9,0 (Esteves, 1998). Esses mesmos limites (entre 6,0 e 9,0) são estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, assim, os valores dessa variável observados na área de influência da PCH Cantu 2 estiveram em conformidade com o que se considera adequado à vida em ambientes aquáticos.

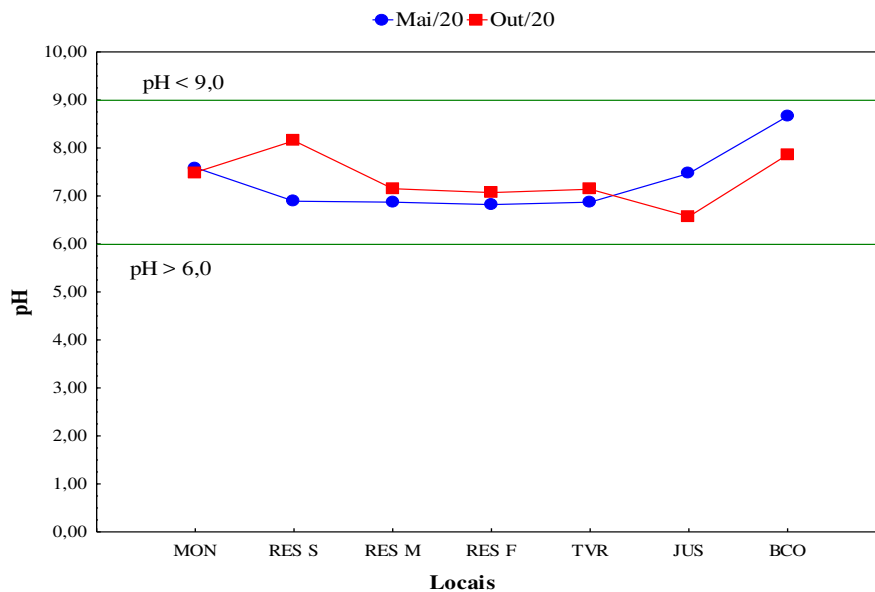


Figura 5.3.3.9 – Valores de pH nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

- **Turbidez**

Os valores de turbidez observados variaram entre 0,93 NTU na MON e 19,80 NTU no local BCO, ambos em maio (Figura 5.3.3.10). A turbidez reflete o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, devido à presença de material particulado em suspensão e substâncias dissolvidas (Esteves, 2011). Considerando-se que a resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece como adequados para corpos de água da classe 2 os valores ≤ 100 NTU, em todos os locais amostrados na área de influência da PCH Cantu 2 a turbidez encontrou-se dentro dos limites considerados ideais para os organismos aquáticos.

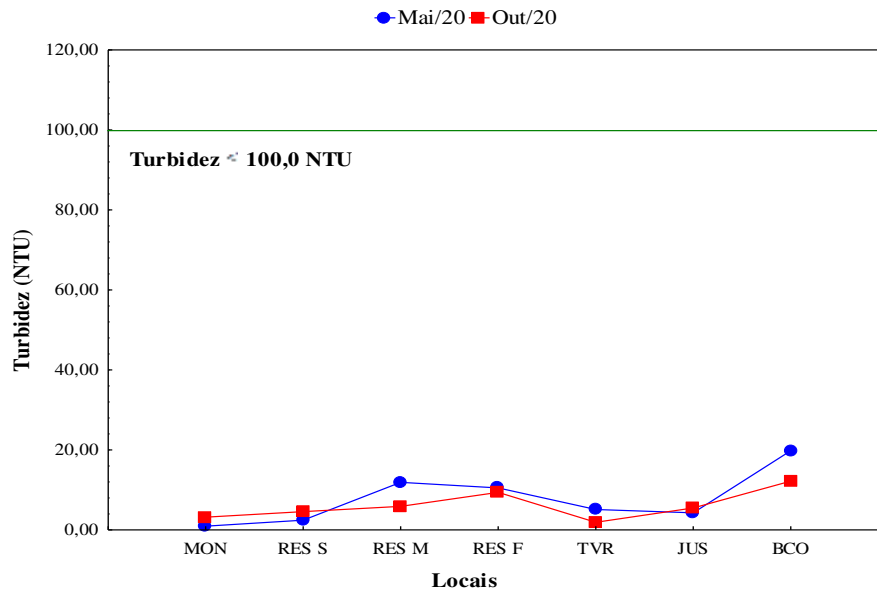


Figura 5.3.3.10 – Valores de turbidez (NTU) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

- **Transparência da Água**

Quanto à transparência da água, os valores obtidos encontraram-se entre 0,40 m em BCO em maio e 3,20 m no local RES em outubro (Figura 5.3.3.11). A resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites para esse parâmetro.

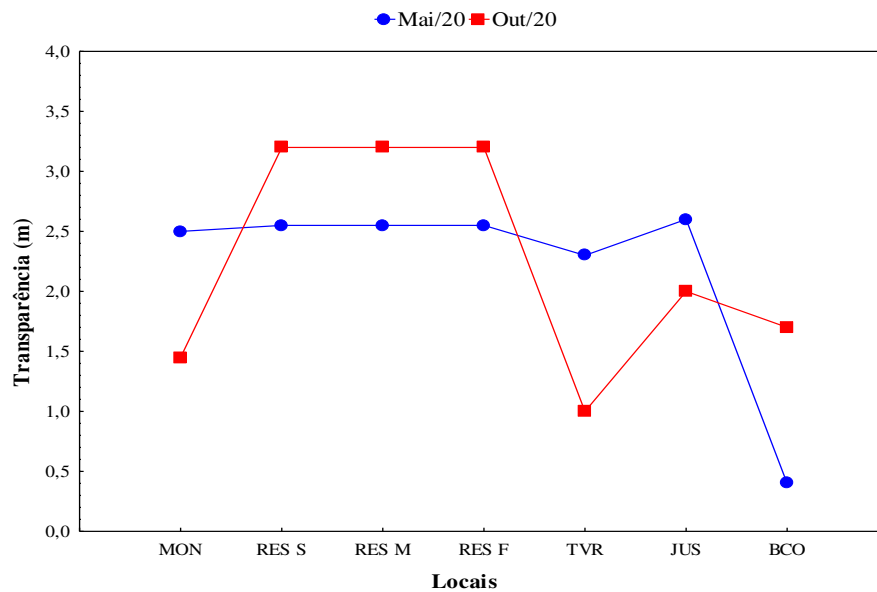


Figura 5.3.3.11 – Valores de transparência (m) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Alcalinidade**

O valor de alcalinidade total variou de 17,50 mg/L a 41,25 mg/L, em maio e outubro, respectivamente, no local RES F (Figura 5.3.3.12). Para esse parâmetro, a resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites.

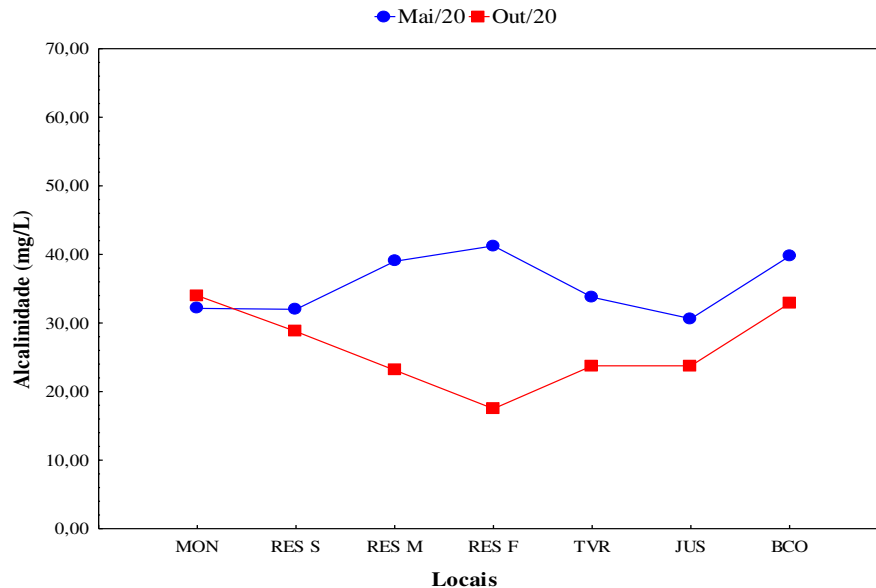


Figura 5.3.3.12 – Valores de alcalinidade total (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Fósforo Total**

As concentrações de fósforo total, conforme apresentado na Figura 5.3.3.13, variaram de 0,005 mg/L (MON e RES M), em maio, a 0,058 mg/L (JUS) em outubro. A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece um mínimo de 0,05 mg/L de fósforo total para reservatórios e 0,10 mg/L para rios, desta forma todos os locais ficaram de acordo com o preconizado pela resolução.

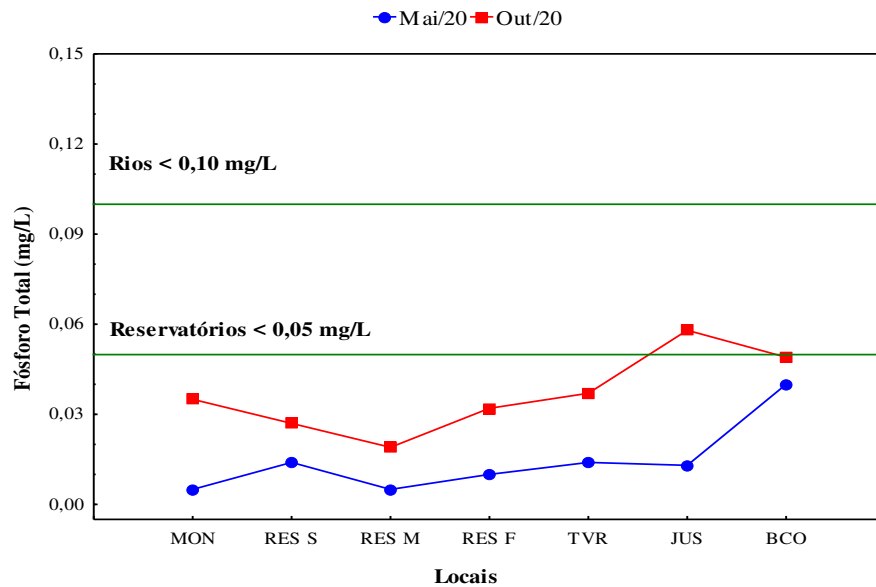


Figura 5.3.3.13 – Valores de fósforo total (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

O fósforo é um elemento essencial para o funcionamento e para o crescimento das plantas aquáticas, uma vez que é componente de ácidos nucleicos e adenosina trifosfato (Esteves, 2011). O fluxo de fósforo nas águas continentais depende de processos geoquímicos nas bacias hidrográficas, sendo que os fosfatos dissolvidos são derivados do processo de lixiviação de minerais (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Além disso, juntamente com a clorofila-*a*, é fundamental para o cálculo do índice de estado trófico dos ambientes.

- **Nitrogênio Total Kjeldahl**

No período analisado, as concentrações de nitrogênio total Kjeldahl variaram de 0,06 mg/L no BCO, em maio, a 1,12 mg/L no TVR, em outubro (Figura 5.3.3.14). A resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece limites para esse parâmetro.

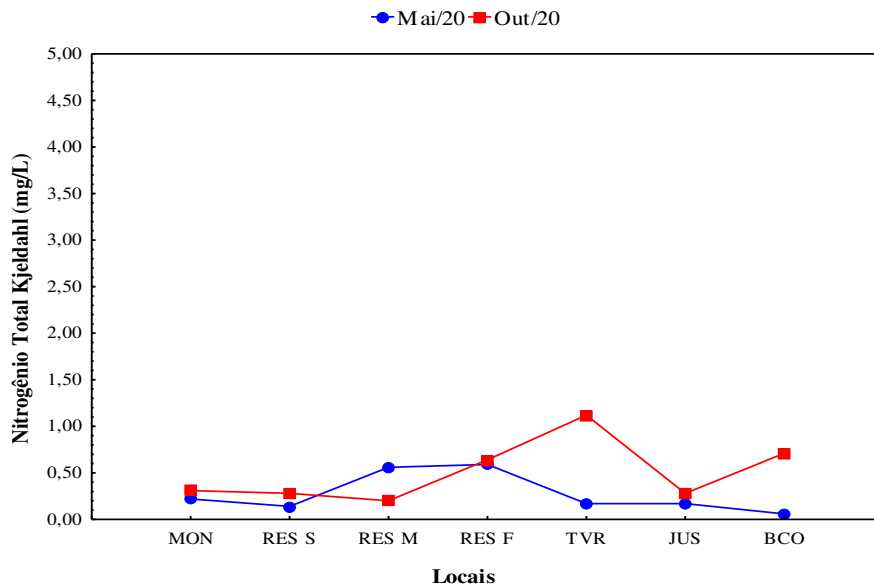


Figura 5.3.3.14 – Concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Nitrito**

As concentrações de nitrito variaram de não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM= 0,002 mg/L) nos locais RES M e F em maio e outubro, respectivamente, ao maior valor (0,006 mg/L) no local JUS em maio e nos locais MON e RES S em outubro (Figura 5.3.3.15). A resolução CONAMA nº 357/05 determina um limite de até 1,0 mg/L de nitrito em águas da classe 2, portanto, todos os locais apresentaram concentrações dentro desse limite. O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades reduzidas nas águas superficiais, pois é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária no processo de nitrificação, no qual a amônia é transformada (oxidada) por bactérias em nitrito, e logo para nitrato (Esteves, 2011). O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio e sua presença na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica, sendo que em altas concentrações (> 1,0 mg/L) é tóxico aos organismos aquáticos (Esteves, 2011).

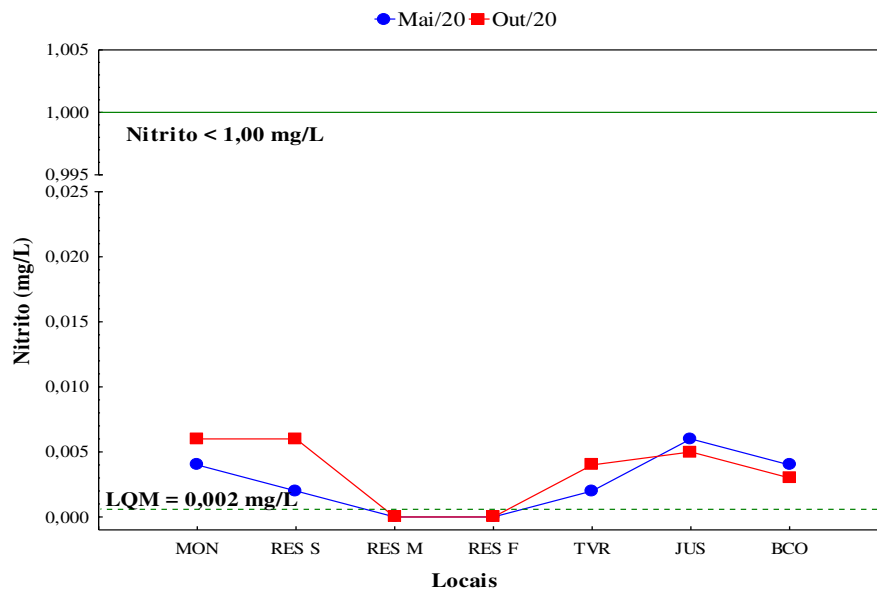


Figura 5.3.3.15 – Concentrações de nitrito (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Nitrato**

As concentrações de nitrato, no período analisado, variam de 0,30 mg/L no local MON, em maio a 1,90 mg/L no RES F, no mesmo mês (Figura 5.3.3.16). O nitrato, principal forma de nitrogênio encontrada nas águas, ocorre em quantidades pequenas em águas superficiais e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas, quando em elevadas concentrações, pode conduzir ao processo de eutrofização (Esteves, 2011). Considerando-se as concentrações verificadas no período aqui analisado, esse parâmetro mostrou-se dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05 para águas da classe 2 ($\leq 10,00$ mg/L).

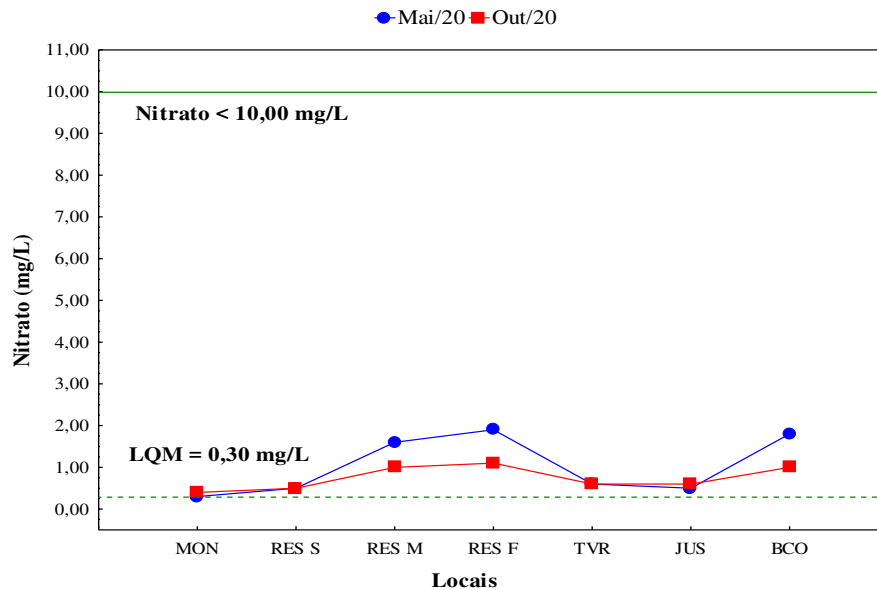


Figura 5.3.3.16 – Concentrações de nitrato (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Nitrogênio Amoniacal**

As concentrações de amônia observadas durante o período de estudo foram de forma geral maiores no local RES nas camadas meio e fundo no mês de maio, com máximo de 0,865 mg/L na camada RES F, enquanto o menor valor registrado foi de 0,015 mg/L em RES M, em outubro (Figura 5.3.3.17). Considerando-se a resolução CONAMA nº 357/05 para águas da classe 2, que estabelece um limite < 3,70 mg/L para pH ≤ 7,50, os valores registrados para esse parâmetro podem ser considerados adequados, estando abaixo do limite estabelecido pela resolução. Cabe ressaltar que a amônia é um indicador de entrada de efluentes no corpo de água e, em concentrações elevadas, pode ser tóxica (Esteves, 2011).

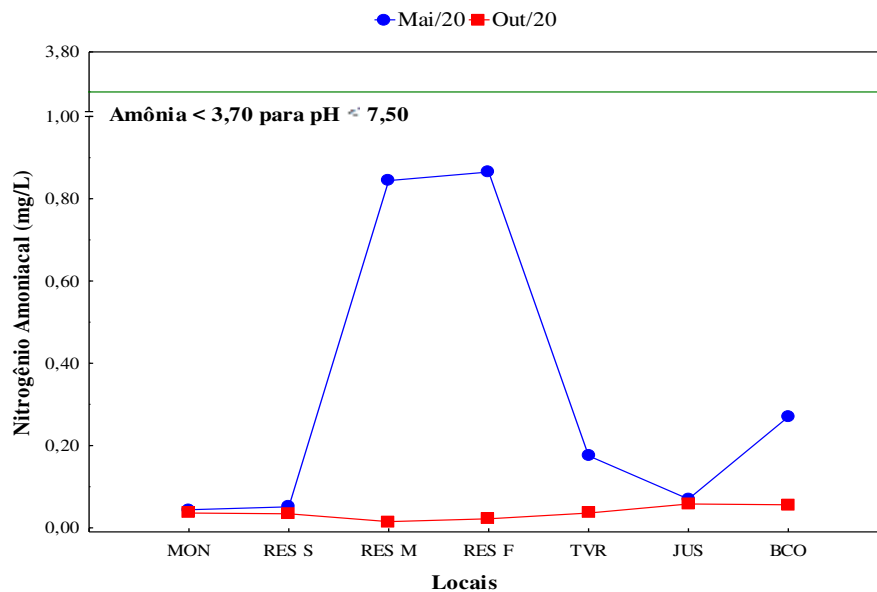


Figura 5.3.3.17 – Concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

Os valores de DBO registrados para a área de influência da PCH Cantu 2 variaram de não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM = 1,00 mg/L) no local MON em outubro, a 9,84 mg/L no BCO, em maio (Figura 5.3.3.18). Na maioria dos locais e meses amostrados, a DBO esteve abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de 5,00 mg/L, exceto em maio e outubro, ambos no local BCO (9,84 e 6,15 mg/L, respectivamente). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no meio aquático é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável.

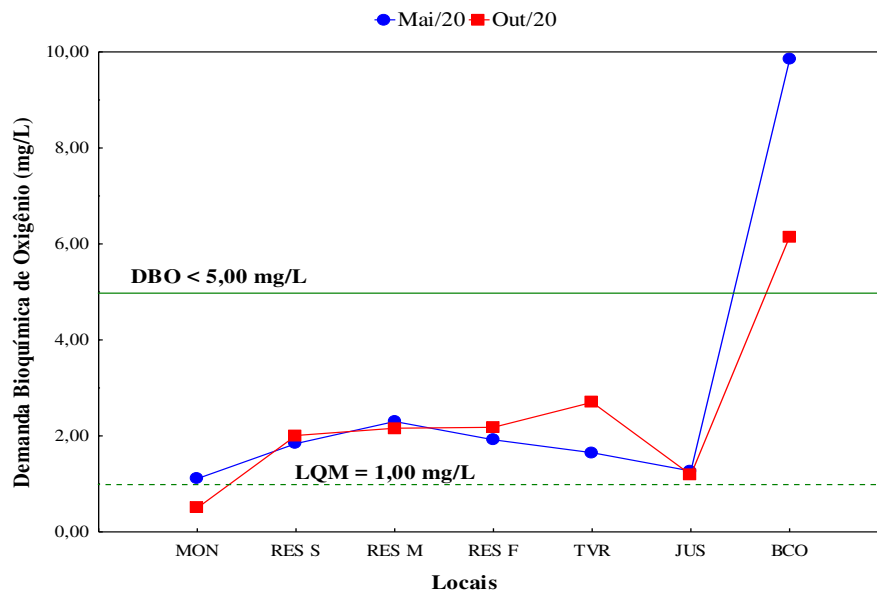


Figura 5.3.3.18 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2, a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

O menor valor da DQO foi registrado no local TVR (31,20 mg/L) e maior DQO ocorreu no local RES M (153,20 mg/L) ambos em maio (Figura 5.3.3.19). A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico, sendo que os seus valores normalmente são maiores que os da DBO e o seu aumento num corpo de água deve-se principalmente a despejos de origem industrial, de modo que a análise conjunta dessas demandas é fundamental para estimar a biodegradabilidade de despejos (Cetesb, 2006). Para esse parâmetro, a CONAMA nº 357/05 não preconiza limites.

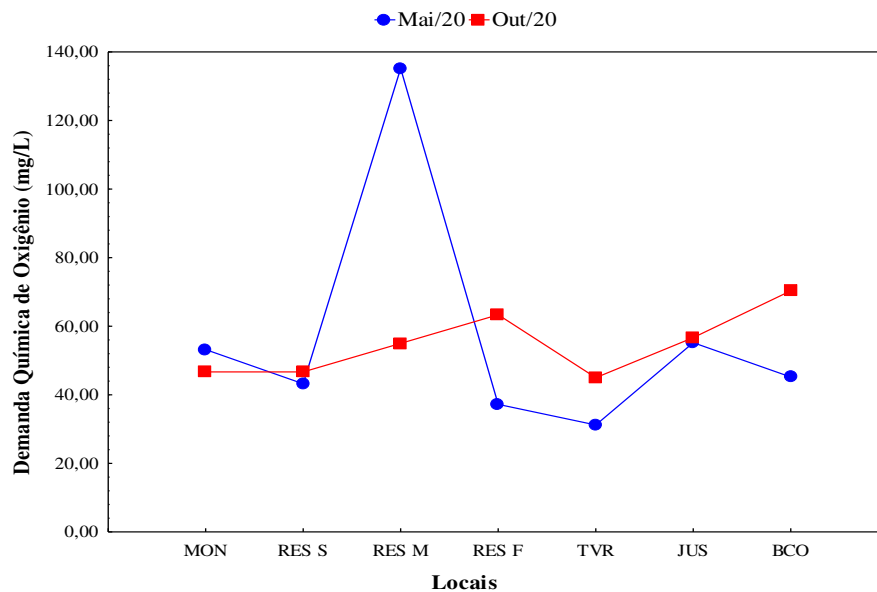


Figura 5.3.3.19 – Variação da demanda química de oxigênio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Clorofila *a***

Quanto à clorofila-*a*, o maior valor obtido foi de 109,58 µg/L no local BCO, em maio, enquanto concentrações <0,56 µg/L (Limite de Quantificação do Método) foram registradas nos locais RES M, RES F, em outubro (Figura 5.3.3.20). Assim, as concentrações de clorofila-*a* estiveram dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05 (até 30,00 µg/L), para águas de Classe 2, exceção feita somente para o local BCO nos dois meses analisados.

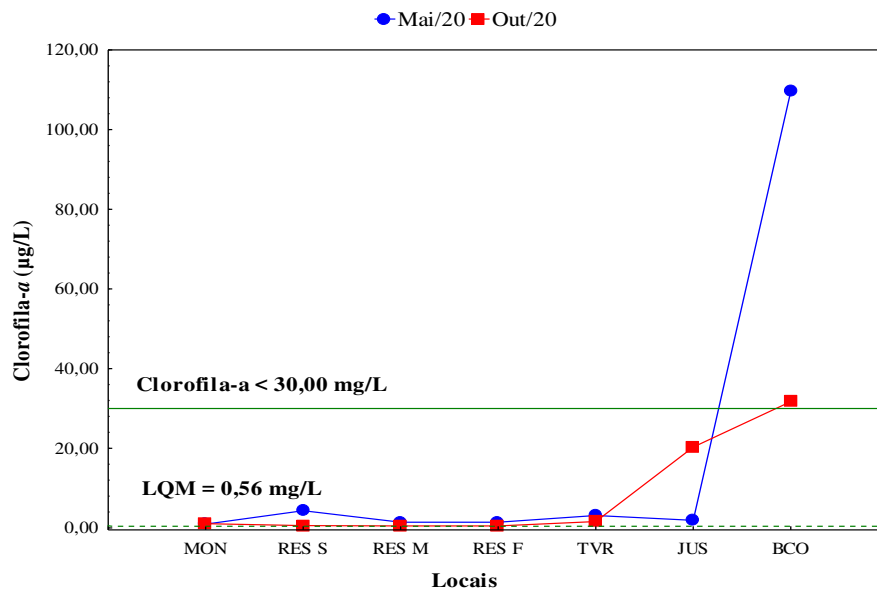


Figura 5.3.3.20 – Concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2, a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- **Material em Suspensão**

Nesta seção estão descritos os resultados para o material em suspensão analisado, onde foram considerados os sólidos totais e suas frações: sólidos suspensos e sólidos dissolvidos.

- **Sólidos Totais**

Os valores obtidos para sólidos totais, conforme apresentado na Figura 5.3.3.21, foram de um máximo de 98,00 mg/L no BCO, em outubro, e um mínimo de 38,50 mg/L no local JUS, no mês de maio, e embora a resolução CONAMA nº 357/05 não estabeleça limites para esse parâmetro, cabe ressaltar que, em saneamento, os sólidos na água (totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após os processos de evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida, durante determinado tempo (Cetesb, 2006).

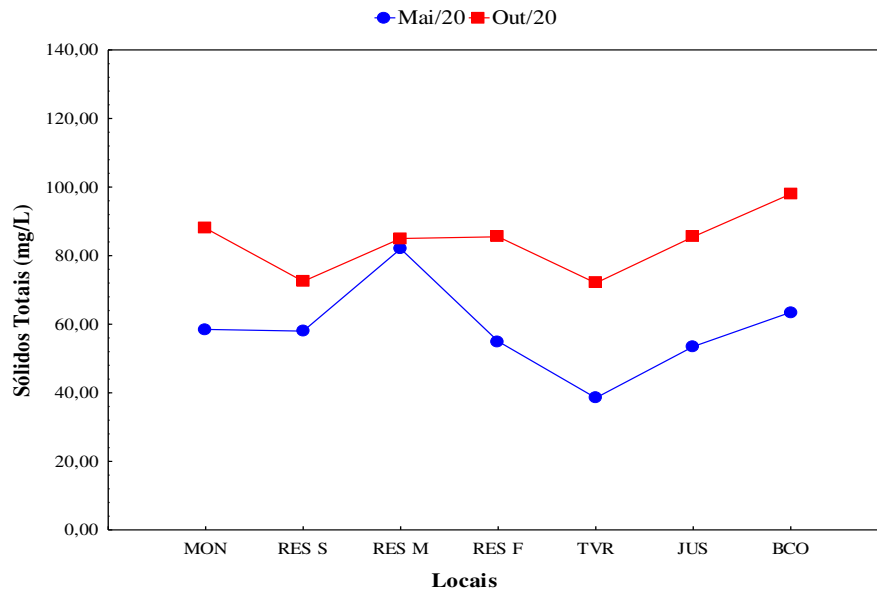


Figura 5.3.3.21 – Concentrações de sólidos totais (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- Sólidos Suspensos

As concentrações de sólidos suspensos variaram de 13,20 mg/L no local BCO em maio, e <3,40 mg/L (Limite de Quantificação do Método) em pelos menos um dos locais, nos meses analisados (Figura 5.3.3.22). Não há referência a limites para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 357/05.

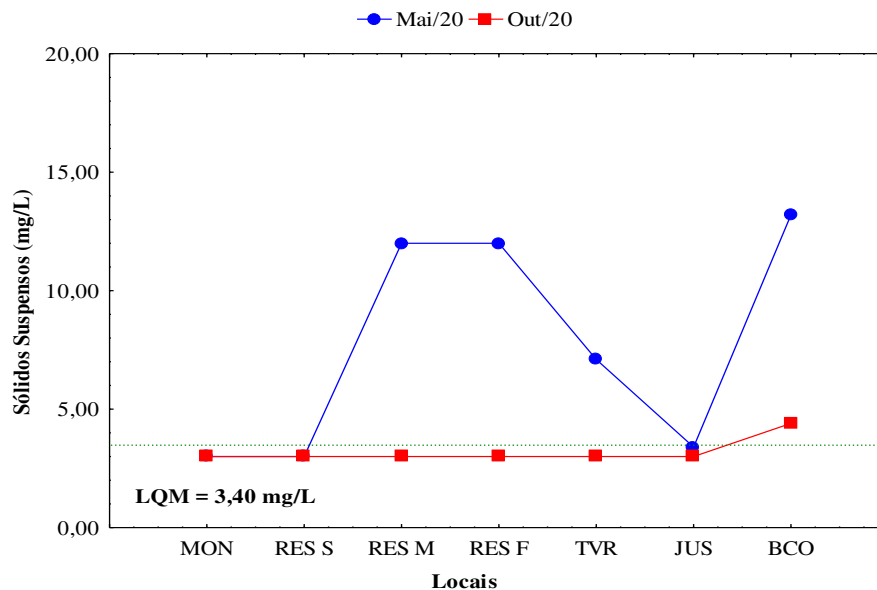


Figura 5.3.3.22 – Concentrações de sólidos suspensos (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

- Sólidos Dissolvidos

Os valores para as concentrações de sólidos dissolvidos nos locais e períodos analisados variaram de um máximo de 81,50 mg/L no BCO, em outubro a um mínimo de 33,75 mg/L no local TVR, no mês de maio, conforme mostra a Figura 5.3.3.23. O conjunto dos sólidos dissolvidos totais na água é formado por sais como cloretos, bicarbonatos, sulfatos e outros, que podem conferir sabor salino e propriedades laxativas à água (Cetesb, 2006). Os valores observados no presente estudo apresentaram-se em conformidade com o limite determinado pela resolução CONAMA nº 357/05 para águas classe 2 (≤ 500 mg/L).

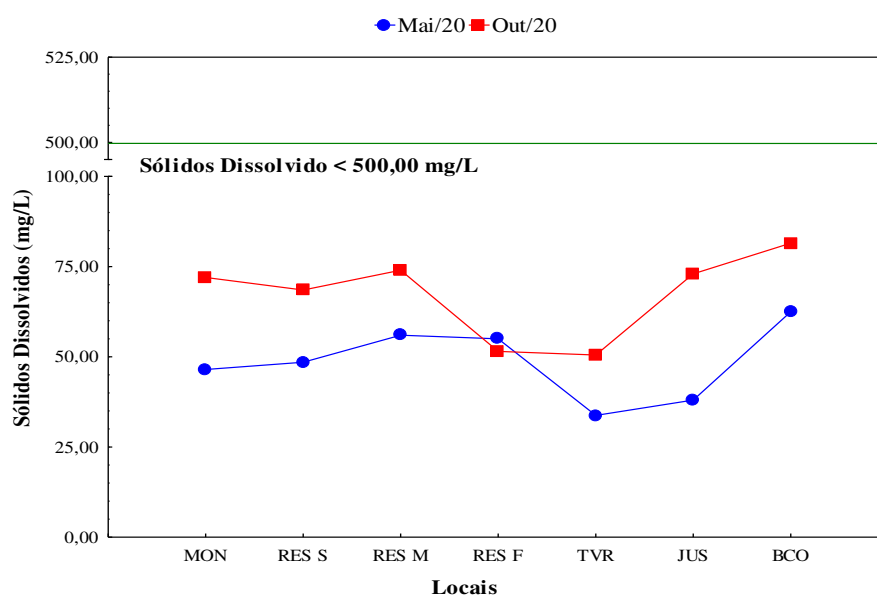


Figura 5.3.3.23 – Concentrações de sólidos dissolvidos (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

- Dureza Total

A dureza total apresentou o menor valor (34,40 mg/L) no local JUN e maior (58,80 mg/L) no local BCO, ambos em outubro (Figura 5.3.3.24). Segundo Cetesb (2006), dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico, sendo que do ponto de vista da potabilidade são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito

duras. Quase toda a dureza da água, segundo esse autor, é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos), assim, os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio, tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio, e algumas vezes, alumínio e ferro férrico.

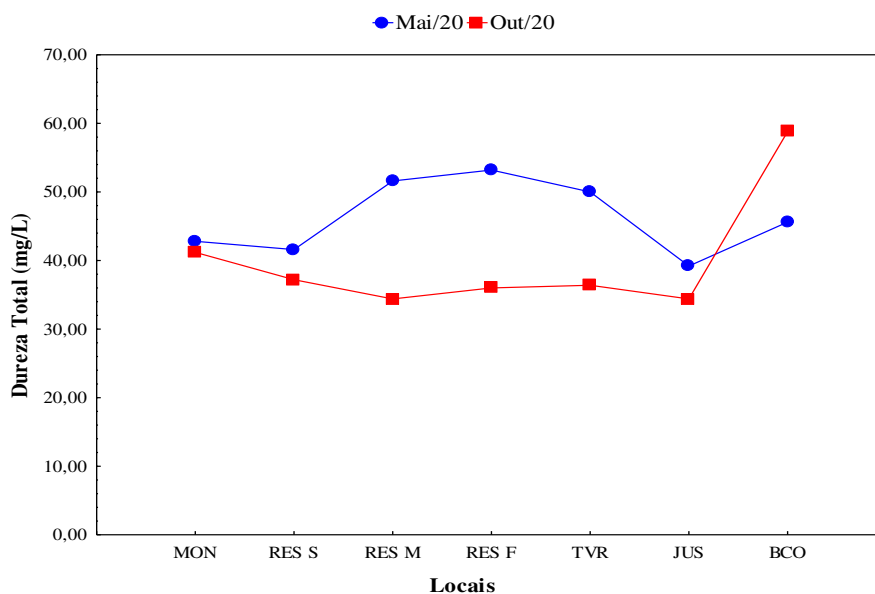


Figura 5.3.3.24 – Valores de dureza total (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Cálcio**

No período avaliado, a menor concentração de cálcio foi de 7,37 mg/L no local JUN e a maior de 11,66 mg/L no BCO, ambos no mês de outubro (Figura 5.3.3.25). O íon cálcio é um dos cátions comumente encontrados em maiores concentrações em sistemas de água doce, sendo oriundo predominantemente de minerais como: gesso, dolomita e carbonato de cálcio em diferentes formas minerais (Cetesb, 2006). Para esse parâmetro, a Resolução CONAMA nº 357/05 não prevê concentrações limites.

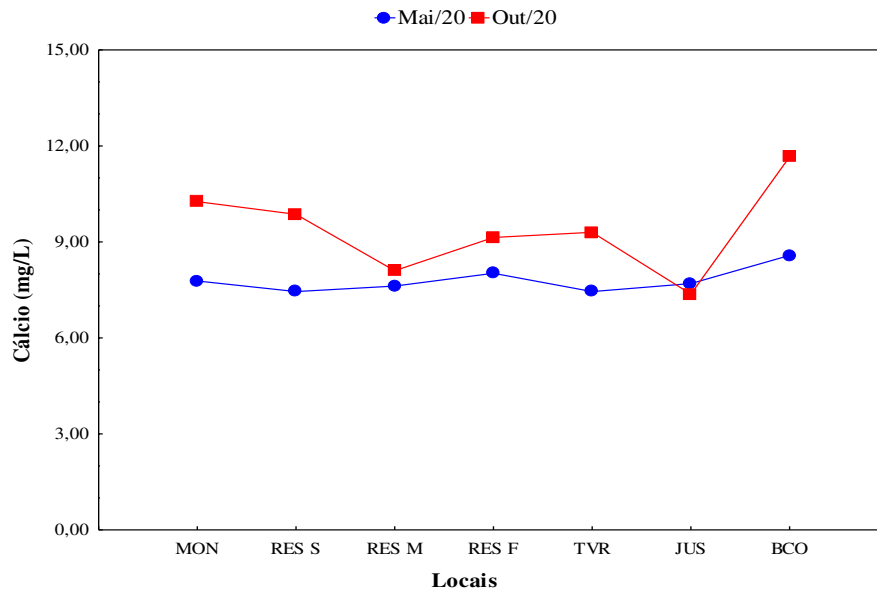


Figura 5.3.3.25 – Concentrações de cálcio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, a fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Cloretos**

As concentrações de cloretos nas amostras analisadas variaram de 0,70 mg/L na JUN, em outubro, a 2,50 mg/L no local BCO, em maio (Figura 5.3.3.26), portanto, apresentaram-se dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05 para as águas da classe 2, que é de concentrações ≤ 250 mg/L.

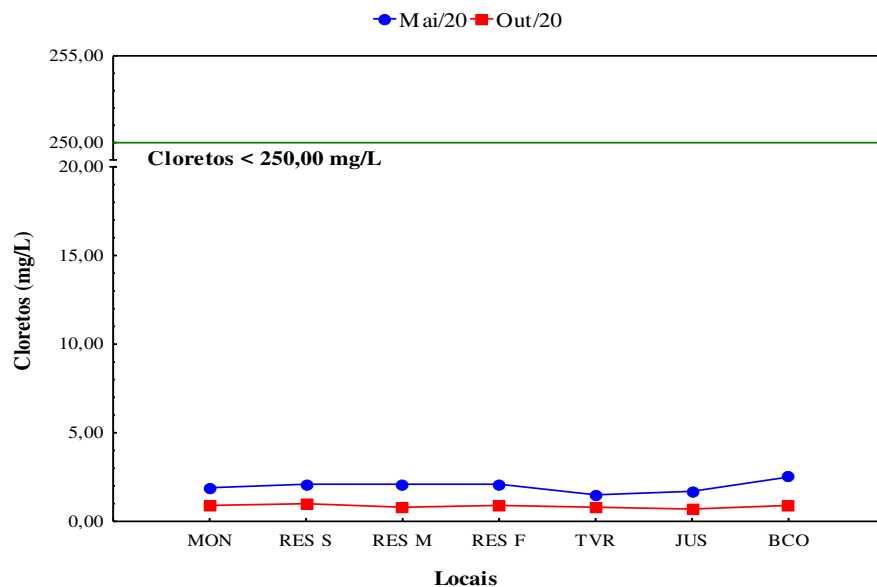


Figura 5.3.3.26 – Concentrações de cloretos (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

- **Magnésio**

No período analisado, a menor concentração de magnésio foi de 3,06 mg/L no local RES S, em outubro, e a maior concentração ocorreu no mês de maio, com valor de 8,07 mg/L no local RES F (Figura 5.3.3.27). O magnésio é um dos responsáveis pela dureza da água e quando comparado ao cálcio é mais solúvel e mais difícil de precipitar (Cetesb, 2006). A resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para esta variável.

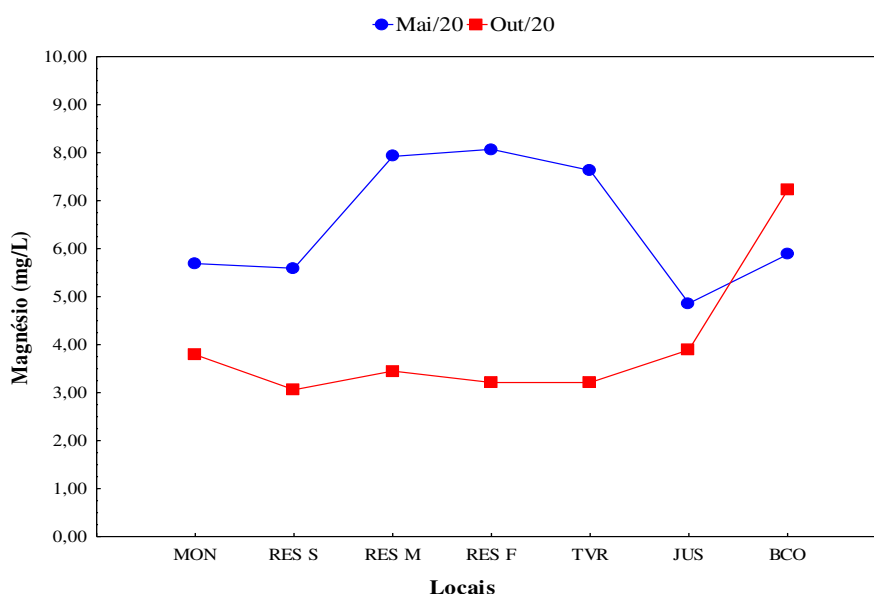


Figura 5.3.3.27 – Concentrações de magnésio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Sulfatos**

Em relação aos sulfatos, durante o período amostrado as concentrações foram de não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM = 2.00 mg/L) em todos os locais e meses amostrados. Assim, os valores constatados para esse parâmetro mostraram-se em conformidade com o limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de valores ≤ 250 mg/L.

- **Fenóis**

As concentrações obtidas para os fenóis durante o período de estudo aqui referido foram de 0,0020 mg/L em praticamente todos os locais no mês de outubro

(exceção para os locais MON e TVR) a 0,165 mg/L no local RES F no mês de maio (Figura 5.3.3.28), assim, para o mês de maio, todos os locais ficaram acima do limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de 0,0030 mg/L em águas da classe 2. É conveniente apontar que esses compostos e seus derivados aparecem nas águas naturais oriundos de descargas de efluentes industriais (Cetesb, 2006), assim, suas concentrações baixas indicam boa qualidade do ambiente aquático.

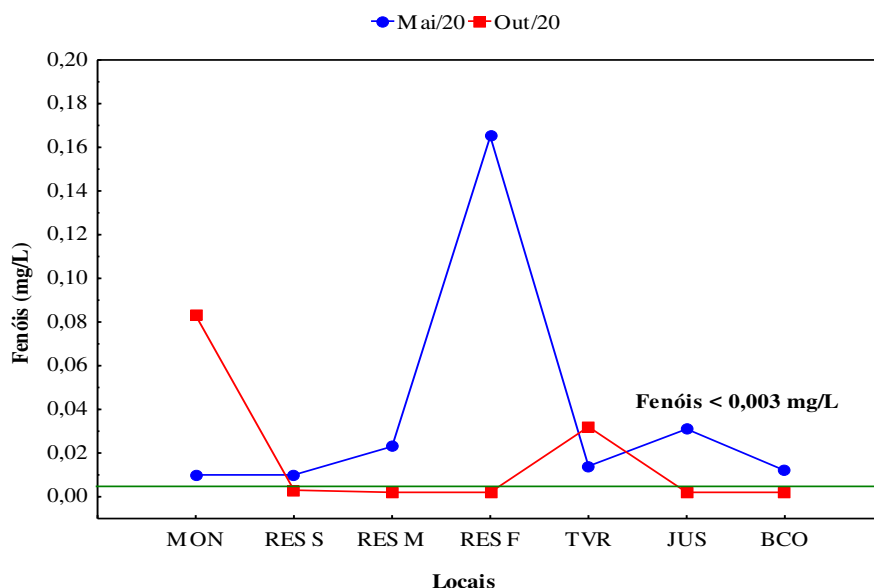


Figura 5.3.3.28 – Concentrações de fenóis (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

- **Óleos e Graxas**

Os óleos e graxas foram indetectáveis nas amostras analisadas na área de influência da PCH Cantu 2 durante o período analisado, portanto, a qualidade geral do ambiente aquático mostrou-se boa em relação a esses parâmetros, uma vez que a resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que os mesmos devem ser virtualmente ausentes nas águas da classe 2.

- **Metais Pesados**

Esta seção apresenta os resultados obtidos para os seguintes metais pesados analisados nas amostras de águas superficiais obtidas na área de influência da PCH Cantu 2: cádmio, chumbo, cromo e cobre.

- **Cádmio**

As concentrações verificadas para o Cádmio estiveram abaixo do limite de quantificação do método (LQM = 0,0005 mg/L) em todos os locais e meses amostrados, portanto, abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de 0,001 mg/L em águas da classe 2.

- **Chumbo**

As concentrações de Chumbo registradas estiveram abaixo do limite de quantificação do método (LQM = 0,005 mg/L) em todos os locais e meses amostrados, portanto, abaixo do limite previsto na resolução CONAMA nº 357/05, que é de 0,01 mg/L em águas da classe 2.

- **Cromo**

Os valores obtidos para as concentrações de cromo foram < 0,005 mg/L em todos os locais e meses amostrados, ou seja, também estiveram abaixo do limite de 0,05 mg/L estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05.

- **Cobre**

As concentrações de cobre no período avaliado variaram de <0,015 mg/L a 0,025 mg/L no local JUS em outubro, tendo em vista que o limite de quantificação do método utilizado é de 0,015 mg/L, não é possível determinar se houve violação do limite de 0,009 mg/L determinado pela resolução CONAMA nº 357/05, em todos os pontos. Podemos definir com clareza que todos locais na amostragem de outubro ficaram acima do recomendado (Figura 5.3.3.29).

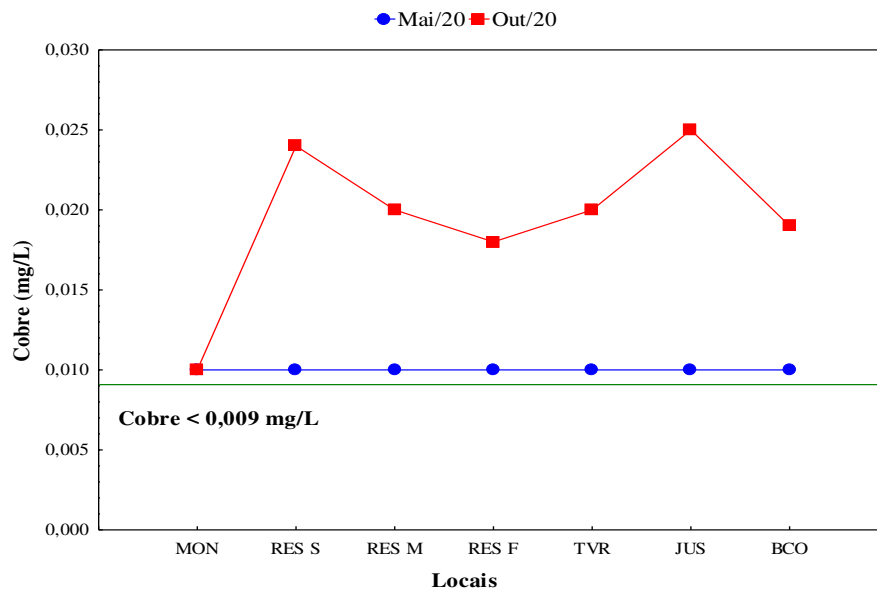


Figura 5.3.3.29 – Concentrações de cobre (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

- **Sílica Solúvel (Reativa)**

Os valores de sílica variaram de <0,10 mg/L (Limite de Quantificação do Método) para o local RES F em outubro a 26,94 mg/L no local BCO, também em outubro (Figura 5.3.3.30). Não há referência a limite de concentração para a sílica na resolução CONAMA nº 357/05.

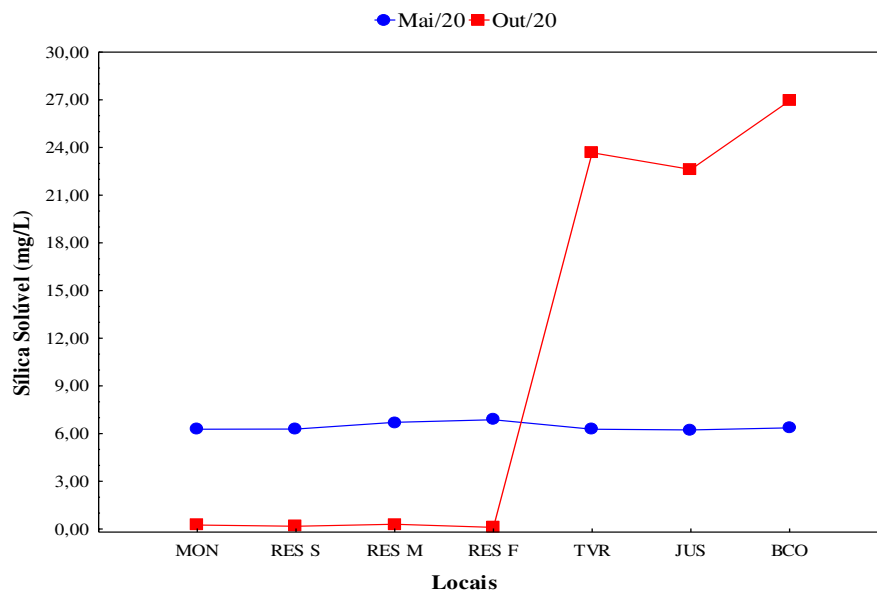


Figura 5.3.3.30 – Concentrações de sílica solúvel (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **Bactérias do Grupo Coliformes**

Esta seção apresenta os resultados das análises de bactérias do grupo coliformes nas amostras de águas superficiais coletadas no ano de 2020 na área de influência da PCH Cantu 2.

- Coliformes Totais

Os menores valores para as bactérias do grupo coliformes totais foram constatados no mês de maio no local RES (386 NMP/100 ml) e o maior também no local RES (12.997 NMP/100 ml) em outubro (Figura 5.3.3.31). Coliformes são bactérias utilizadas para avaliação das condições sanitárias das águas quanto à poluição fecal, visto que estão presentes no trato intestinal de humanos e outros animais homeotérmicos (de sangue quente) e são eliminados em grande número nas fezes (Funasa, 2013).

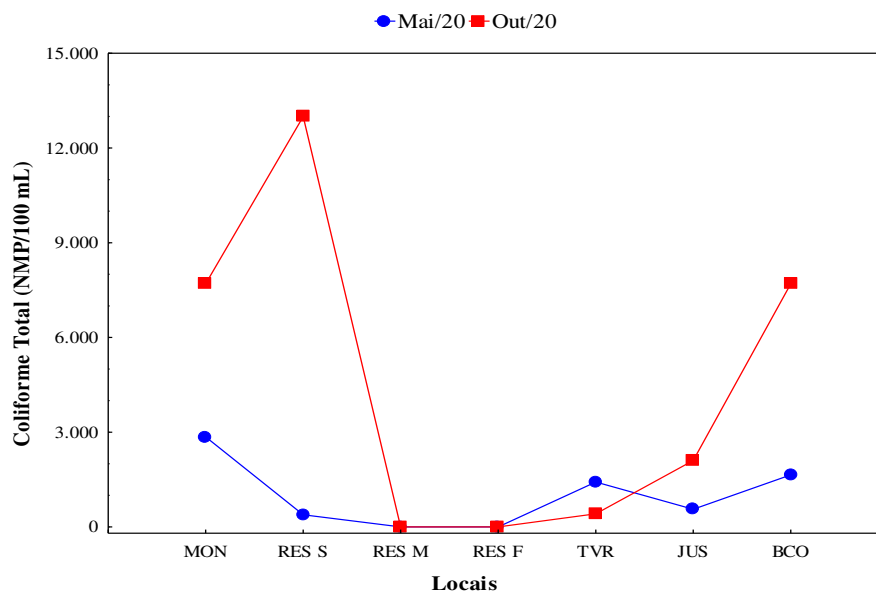


Figura 5.3.3.31 – Concentrações de coliformes totais (NMP/100 mL) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- Coliformes Fecais ou Termotolerantes (**Escherichia coli**)

No mês de maio não registro de *E. coli* no local RES, assim como no TVR em outubro, e uma concentração maior de *E. coli* ocorreu no local BCO (185 NMP/100

mL), também em outubro (Figura 5.3.3.32). O grupo das bactérias denominadas coliformes é tradicionalmente aceito como indicador de contaminação fecal, principalmente as representantes da espécie *E. coli* (Funasa, 2013). Uma vez que a resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que águas de Classe 2 devem ter no máximo 1.000 NMP/100ml, todos os locais apresentaram-se dentro dos limites da resolução.

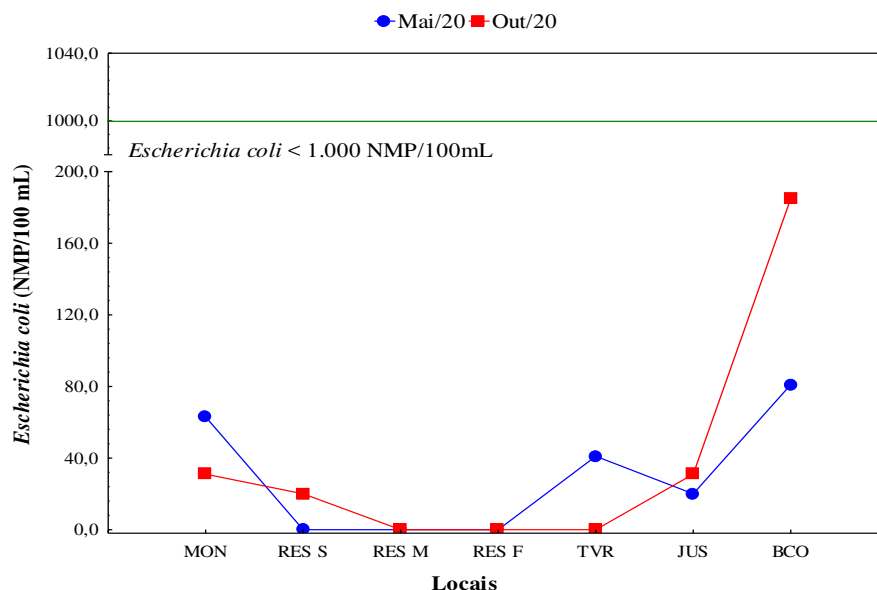


Figura 5.3.3.32 – Concentrações de coliformes fecais (*Escherichia coli*) (NMP/100 mL) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

- **Índice de Qualidade da Água (IQA)**

Os valores de IQA, em geral, apresentaram-se entre 71 e 91 pontos (BCO e RES, em maio, respectivamente) e entre 76 e 91 pontos (BCO e TVR) em outubro caracterizando, então, uma água de boa a ótima qualidade (Tabela 5.3.3.1, Figura 5.3.3.33). Os parâmetros utilizados para cálculo de IQA refletem principalmente contaminação por lançamento de esgotos (Suderhsa, 1997), deste modo, pode-se inferir que esse tipo de contaminação não foi constatado nos locais amostrados durante o período analisado.

Tabela 5.3.3.1 – Parâmetros analisados para a caracterização da qualidade da água nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Parâmetros	Mês/Ano														Resolução CONAMA 357/05
	mai/20							out/20							
	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TRV	JUS	BCO	Classe 2
Alcalinidade (mg/L)	32,13	32	39	41,25	33,75	30,63	39,75	34	28,75	23,13	17,5	23,75	23,75	32,88	Nm
Cádmio (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001
Cálcio (mg/L)	7,78	7,45	7,62	8,02	7,45	7,7	8,58	10,26	9,86	8,1	9,14	9,3	7,37	11,66	Nm
Chumbo (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,01
Cloretos (mg/L)	1,9	2,1	2,1	2,1	1,5	1,7	2,5	0,9	1	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	250,00
Clorofila-a (µg/L)	0,96	4,33	1,44	1,44	3,12	1,92	109,58	1,07	0,59	< 0,56	< 0,56	1,6	20,29	31,72	30,00
Cobre (mg/L)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,024	0,02	0,018	0,02	0,025	0,019	0,009
Coliforme Total (NMP/100 mL)	2851	386	-	-	1423	561	1648	7701	12997	-	-	414	2105	7701	Nm
Condutividade Elétrica (µS/cm)	60,9	74	74,5	78,3	64,1	56,7	73,1	67,3	59,1	54,1	55,8	58	56,3	88,5	Nm
Cromo (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	1,11	1,84	2,3	1,92	1,65	1,27	9,84	< 1,00	2,01	2,16	2,18	2,7	1,19	6,15	5,00
Demanda Química de oxigênio (mg/L)	53,2	43,2	135,2	37,2	31,2	55,2	45,2	46,67	46,67	55	63,33	45	56,67	70,33	Nm
Dureza Total (mg/L)	42,8	41,6	51,6	53,2	50	39,2	45,6	41,2	37,2	34,4	36	36,4	34,4	58,8	Nm
Escherichia coli (NMP/100 mL)	63	< 1,00	-	-	41	20	81	31	20	-	-	< 1,00	31	185	1000
Fenóis (mg/L)	0,01	0,01	0,023	0,165	0,014	0,031	0,012	0,083	0,003	0,002	0,002	0,032	0,002	0,002	0,003
Fósforo Total (mg/L)	0,005	0,014	0,005	0,01	0,014	0,013	0,04	0,035	0,027	0,019	0,032	0,037	0,058	0,049	0,10
Magnésio (mg/L)	5,69	5,59	7,92	8,07	7,63	4,86	5,88	3,79	3,06	3,45	3,21	3,21	3,89	7,22	Nm

Parâmetros	Mês/Ano														Resolução CONAMA 357/05
	mai/20							out/20							
	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TRV	JUS	BCO	Classe 2
Níquel (mg/L)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	Nm
Nitrato (mg/L)	0,30	0,50	1,60	1,90	0,60	0,50	1,80	0,40	0,50	1,00	1,10	0,60	0,60	1,00	10,00
Nitrito (mg/L)	0,004	0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	0,006	0,004	0,006	0,006	< 0,002	< 0,002	0,004	0,005	0,003	1,00
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,044	0,051	0,844	0,865	0,175	0,07	0,27	0,036	0,034	0,015	0,022	0,036	0,058	0,056	3,70
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	0,22	0,14	0,56	0,59	0,17	0,17	0,06	0,31	0,28	0,2	0,64	1,12	0,28	0,71	Nm
Óleos e Graxas (mg/L)	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	Ausentes
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,03	6,7	< 1,56	< 1,56	5,57	5,99	11,5	7,61	8,77	5,54	< 1,56	8,04	6,63	7,7	5,00
pH	7,59	6,89	6,87	6,82	6,87	7,47	8,66	7,49	8,15	7,15	7,07	7,14	6,57	7,86	6,0-9,0
Saturação (%)	77,5	77,7	2,4	2,41	61,5	64,8	128	97,1	110	55	6,9	88,4	79	88	Nm
Sílica Solúvel (mg/L)	6,277	6,287	6,708	6,874	6,277	6,231	6,36	0,245	0,169	0,296	< 0,1	23,673	22,618	26,941	Nm
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	46,5	48,5	56	55	33,75	38	62,5	72	68,5	74	51,5	50,5	73	81,5	500,00
Sólidos Suspensos (mg/L)	< 3,40	< 3,40	12	12	7,1	< 3,40	13,2	< 3,40	< 3,40	< 3,40	< 3,40	< 3,40	< 3,40	4,4	Nm
Sólidos Totais (mg/L)	58,5	58	82	55	38,5	53,5	63,5	88	72,5	85	85,5	72	85,5	98	Nm
Sulfatos (mg/L)	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	250,00
Temperatura da Água (oC)	20,2	22,7	16,4	15,9	20,8	20,1	21,2	26,5	21	15,1	15,1	23	24,2	22,4	Nm
Temperatura da Ar (oC)	22	24	-	-	24	15	24	32	26	-	-	30	27	25	Nm
Transparência (m)	2,5	2,55	-	-	2,3	2,6	0,4	1,45	3,2	-	-	1	2	1,7	Nm
Turbidez (NTU)	0,93	2,44	11,9	10,5	5,12	4,28	19,8	3,2	4,58	5,9	9,41	1,91	5,5	12,2	100,00
IQA	82	91	-	-	78	82	71	85	84	-	-	91	81	76	Nm

Parâmetros	Mês/Ano														Resolução CONAMA 357/05
	mai/20							out/20							
	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TRV	JUS	BCO	Classe 2
IQAR	-	2,78	-	-	-	-	-	-	2,14	-	-	-	-	-	Nm
IET	42	59	-	-	54	47	72	65	52	-	-	53	55	67	Nm

ND – não detectado; Nm = não mencionado; valores destacados em vermelho não atendem à resolução CONAMA nº 357/05 para corpos de água da Classe 2.

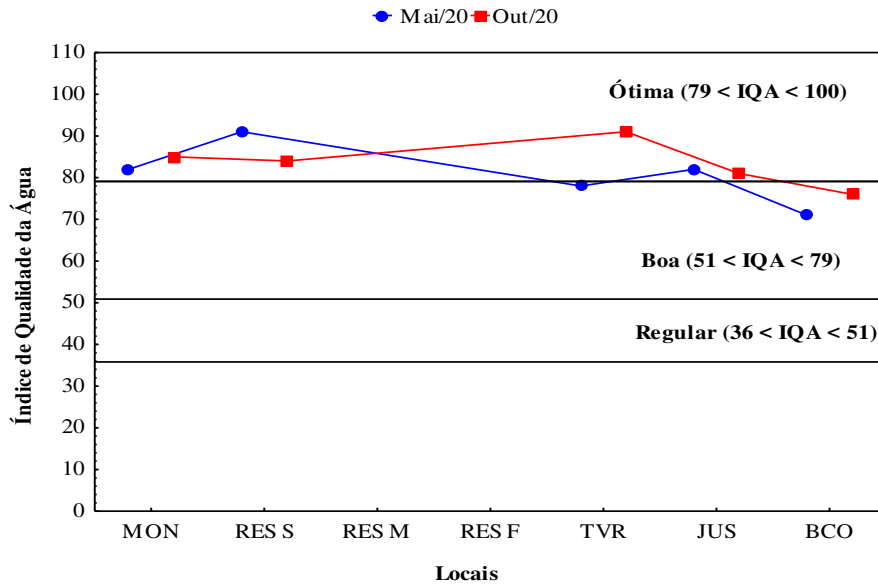


Figura 5.3.3.33 – Valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. As linhas representam a classificação quanto ao índice.

- **Índice de Estado Trófico (IET)**

A análise do grau de trofia para os locais e meses abordados mostrou que houve variação nos graus de trofia entre os meses e os locais (Figura 5.3.3.34). No mês de maio o local MON apresentou um ambiente ultraoligotrófico, enquanto BCO (hipereutrófico). Em outubro, a variação foi de mesotrófico (RES, TVR e JUS) a hipereutrófico (BCO). Estas variações nos graus de trofia podem estar relacionadas ao uso do ambiente por atividades antrópicas, como a agricultura, pecuária, ou até mesmo lazer por populares da região.

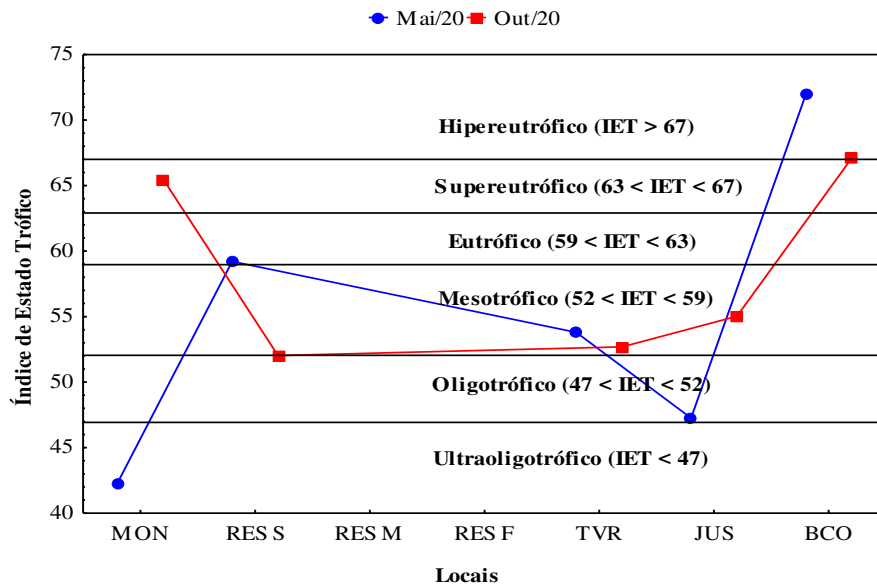


Figura 5.3.3.34 – Valores do Índice de Estado Trófico (IET) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- **IQAR**

Os valores de IQAR no local reservatório foram de 2,14 em outubro e 2,78 em maio, classificando o corpo d'água em Classe 2 (pouco degradado) e Classe 3 (moderadamente degradado), respectivamente. Esta pequena variação indica o mínimo impacto que vem sofrendo o meio no decorrer do tempo.

- **Análise de Componentes Principais (PCA)**

Análise de Componentes Principais (PCA), busca verificar correlação entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos nos locais e meses analisados, e mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 58,6% da variabilidade dos dados (Figura 5.3.3.35), sendo que o eixo 1 apresentou diferença significativa em relação aos dados, principalmente pelo local BCO no mês de maio e RES em outubro. O primeiro eixo (PCA1), com autovalor 8,78, explicou 35,1% dessa variabilidade, e os fatores que mais contribuíram para a distribuição dos pontos nos eixos foram principalmente a alcalinidade, clorofila-a, coliformes fecais, condutividade elétrica, DBO, nitrato, oxigênio dissolvido, pH e turbidez que apresentaram valores negativos em relação ao eixo 1 e consolidaram a diferença quanto ao BCO, e demais locais no mês de maio. Em

relação ao mês de outubro mostrando diferenças significativas entre os locais, principalmente para o local RES, sendo os parâmetros: cálcio, coliformes totais, DQO, fósforo total, sólidos dissolvidos, temperatura do ar, temperatura da água e nitrogênio Kjeldhal total, foram os que mais influenciaram para este gradiente, no eixo 2.

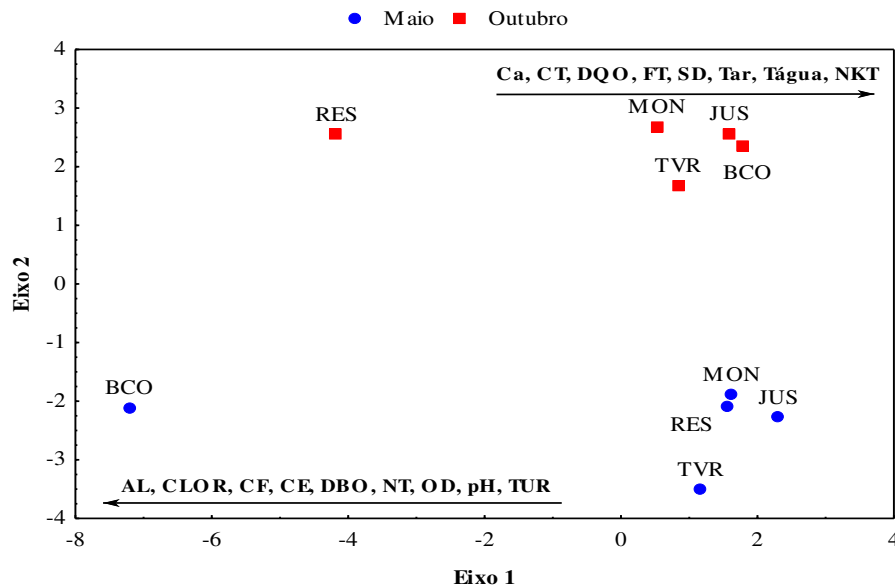


Figura 5.3.3.35 – Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada aos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 (AL=alcalinidade, CLOR=clorofila-a, CF=coliformes fecais, CE= condutividade elétrica, DBO= demanda bioquímica de oxigênio, NT= nitrato, OD= oxigênio dissolvido, pH=potencial hidrogênico, TUR=turbidez, Ca= cálcio, DQO=demanda química de oxigênio, FT=fósforo total, SD=sólidos totais, Tar=temperatura do ar, Tágua= temperatura da água, NKT=nitrogênio Kjeldahl total).

5.3.4 Considerações Finais

Os parâmetros analisados nos locais e meses do presente estudo permitem classificar a água na classe 2 e de forma geral como mesotróficos os ambientes aquáticos na área de influência da PCH Cantu 2, ou seja, apresentam boa qualidade da água, com nível de degradação mediano. Estas condições diferem do encontrado desde a formação do reservatório da PCH Cantu 2, que vinha sendo classificado como ultraoligotrófico até então. O incremento no aporte de nutrientes orgânicos e inorgânicos, levam a um aumento na depleção de oxigênio e elevação nos valores de clorofila-a decorrentes do aumento da

produtividade no corpo de água, que faz com que o estado trófico do ambiente passe por alterações. Contudo, a qualidade da água da área de influência da PCH Cantu 2 ficou classificada como classe 2 segundo a resolução CONAMA nº 357/05.

Em razão das características observadas nessa área e de que essa PCH opera a fio de água, com pequeno tempo de residência da água, a possibilidade de ocorrer eutrofização do reservatório é bastante baixa, pois segundo Nogueira et al. (2005), reservatórios que operam dessa forma e com tempo de residência inferior a 5 dias exportam todo o nutriente que chega, resultando em pequeno acúmulo de nutrientes a longo prazo. Diante disso, as águas do reservatório poderão ter os seguintes usos: i) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; ii) proteção das comunidades aquáticas; iii) recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a resolução CONAMA nº 274/2000; iv) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e v) aquicultura e atividades de pesca.

Os valores dos parâmetros que não estão em concordância com a Resolução CONAMA nº 357/05, para corpos de água da classe 2, como ocorreu para clorofila-a, DBO e fenóis (BCO), possivelmente decorrem de atividades desenvolvidas no entorno, como agricultura e pecuária. Nesse sentido sugere-se que sejam tomadas ações junto ao órgão ambiental e à comunidade, conjuntamente com o monitoramento, no sentido de reduzir estas emissões, tendo em vista que elevados valores desses parâmetros podem ser prejudiciais ao desenvolvimento das comunidades aquáticas. Outras violações a resolução também ocorreram no decorrer do estudo, mas acreditamos que isto ocorreu de forma pontual, não havendo prejuízos ambientais aos locais.

6 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE A JUSANTE DA BARRAGEM

6.1 JUSTIFICATIVA

O presente programa justifica-se em função da necessidade de se manter uma vazão mínima remanescente no rio Cantu de 1,84 m³/s, valor correspondente a 50% da vazão mínima de estiagem com sete dias de duração e dez anos de recorrência, conforme critério estabelecido para o estado do Paraná pela Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA (atual Instituto das Águas do Paraná - AGUASPARANÁ), por meio da Portaria n° 06/1.996 (dispõe sobre critérios para outorga de recursos hídricos superficiais), bem como mitigar as possíveis alterações físicobióticas neste trecho do rio.

6.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste programa são:

- Propiciar a manutenção da vazão mínima remanescente no rio Cantu, durante os procedimentos operacionais, a fim de se garantir as condições de subsistência no ambiente fluvial.
- Mitigar os efeitos da alteração nas comunidades biológicas à jusante da barragem, pelo desvio das águas para o canal de adução e posterior aproveitamento na casa de força para geração de energia.

6.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Os dispositivos instalados garantem a vazão mínima remanescente durante a fase de operação da usina. A PCH Cantu 2 aproveita a Vazão Mínima Remanescente de 1,84 m³/s para gerar energia através de uma Mini Central de Geração com capacidade de 417,50 kW com fator de capacidade de 100%. Em caso de parada da Mini Central, uma Derivação é aberta automaticamente e de forma imediata, garantindo a total Vazão Mínima Remanescente no Trecho de Vazão Reduzida.

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PCH cantu 2 vem cumprindo a determinação da Portaria n° 06/1.996 que dispõe sobre critérios para outorga de recursos hídricos superficiais, garantindo uma vazão mínima remanescente 1,84 m³/s no rio Cantu a jusante do empreendimento.

7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA

7.1 JUSTIFICATIVA

A formação de um reservatório de água cria um novo ambiente, modifica a paisagem e tem influência direta sobre a biodiversidade. A Área de Preservação Permanente - APP, consituída nesse novo ambiente, se depara com um maior aporte hídrico, ocasionado pela elevação do lençol freático. Podendo causar efeitos positivos ou negativos às espécies da flora, anteriormente já estabelecidas nessas regiões. Com intuito de estudar e identificar os efeitos da formação do reservatório sobre a comunidade da flora, foi criado o Programa de Monitoramento da Flora, que terá seu resultado parcial apresentado nesse documento.

7.2 OBJETIVOS

Esse relatório tem como objetivo principal, apresentar os resultados das campanhas de abril e outubro de 2020 e analisar também os demais resultados obtidos durante as campanhas do Programa de Monitoramento da Flora remanescente, em Áreas de Preservação Permanente (APP), no reservatório da PCH Cantu 2, município de Nova Cantu, estado do Paraná.

7.3 ÁREAS AMOSTRAIS

Desde o início da operação da PCH Cantu 2 em 2015, 10 parcelas de flora (100 m²) foram alocadas ao longo da APP do reservatório e são monitoradas desde então (Figura 7.3.1) (Tabela 7.3.2). Essas parcelas foram nomeadas com uma sequência numérica e também de acordo com a margem do reservatório na qual se encontram, esquerda (ME) ou direita (MD). Também foram identificadas de acordo com o nome do antigo proprietário da terra, facilitando a comunicação e localização das áreas, são elas:

Parcela 01 MD – Localizada na propriedade do Sr. Ivo Demarco, bem próximo ao reservatório da CANTU 2. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio, a regeneração do dossel é intensa, ainda há presença de capim invasor do tipo *Brachiaria sp* no entorno da parcela. Lianas lenhosas e herbáceas estão presentes.

Parcela 02 MD – Localizada também na propriedade do Sr. Ivo Demarco, bem próximo ao reservatório da CANTU 2. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio, a regeneração do dossel é intensa, as gramíneas são raras, lianas lenhosas estão presentes e as herbáceas são abundantes.

Parcela 03 MD – Localizada na Reserva de Carmo Fidelis e Outros. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, a regeneração do dossel é intensa, possui poucas gramíneas, as lianas lenhosas e herbáceas estão presentes e as epífitas são raras.

Parcela 04 MD – Localizada na propriedade do Sr. Jamil Rocier. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, a regeneração do dossel é regular, as gramíneas são em pouca quantidade, lianas lenhosas e herbáceas abundantes. Presença de gado dentro da parcela identificados a partir de fezes e rastros frescos.

Parcela 05 MD – Localizada na propriedade do Sr. Guilherme Fitz. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, a regeneração do dossel é pequena, poucas gramíneas, as lianas lenhosas e herbáceas são raras. Presença intensa de gado dentro da parcela, verificado pela presença de fezes e rastros frescos, o que impede o desenvolvimento maior do dossel.

Parcela 06 MD – Localizada na propriedade da Sr. Priscila Arantes. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio sucessão inicial, a regeneração do dossel é intensa, as gramíneas são raras, lianas lenhosas e herbáceas apresentam em pouca quantidade e as epífitas são raras.

Parcela 01 ME – Localizada na propriedade da Agropecuária Guapiara, próxima do reservatório da CANTU 2. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, a regeneração do dossel está acelerando, as gramíneas, assim como as lianas lenhosas estão presentes, as lianas herbáceas já são mais raras.

Parcela 02 ME – Localizada na propriedade da Agropecuária Guapiara, faz divisa enter o rio Cantu e o tributário o Arroio do Susto. Apresenta características

ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, a regeneração do dossel é intensa, as gramíneas são raras, lianas lenhosas e herbáceas são poucas.

Parcela 03 ME – Localizada na propriedade do Sr. João Maurício Virmond – Fazenda Burro Branco. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, é pouca a regeneração do dossel existente, as gramíneas, lianas lenhosas e herbáceas são raras. Presença de gado na parcela, identificado a partir de fezes e rastros frescos.

Parcela 04 ME – Localizada na propriedade do Sr. João Maurício Virmond – Fazenda Burro Branco, via um tributário do Rio Cantu, o Rio Branco. Apresenta características ecológicas na qual possui estágio de sucessão médio-inicial, a regeneração do dossel é intensa, as gramíneas, lianas lenhosas e herbáceas estão presentes



Figura 7.3.1 – Localização das dez parcelas amostrais inventariadas durante o monitoramento de Flora da PCH CANTU 2, com a indicação do local da barragem.

Tabela 7.3.2 – Coordenadas geográficas das parcelas amostrais monitoradas durante os estudos de Flora para a PCH CANTU 2, município de Nova Cantu, Laranjal e Palmital.

Local	Coordenadas UTM Fuso 22J
-------	--------------------------

Parcela 01 MD	352988	7262512
Parcela 02 MD	352520	7262360
Parcela 03 MD	354385	7263279
Parcela 04 MD	355232	7263573
Parcela 05 MD	354308	7264533
Parcela 06 MD	354502	7265573
Parcela 01 ME	352005	7262371
Parcela 02 ME	352292	7262194
Parcela 03 ME	354869	7263308
Parcela 04 ME	354338	7262056

7.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Dando continuidade as campanhas semestrais de Monitoramento da Flora, foram realizadas mais duas campanhas de monitoramento, uma em abril (outono) e outra em novembro (primavera) de 2020, totalizando 14 campanhas de monitoramento ao longo de cinco anos.

Métodos empregados

Todos indivíduos situados dentro das parcelas de 10m x 10m, com circunferência do tronco acima de 5 cm e altura superior a 2 metros, foram mensurados e identificados quanto espécie (Figura 7.4.1). A circunferência do tronco ou circunferência altura do peito (CAP), foi medida em centímetros, com auxílio de uma fita métrica (Figuras 7.4.2 e Figura 7.4.3). A altura foi estimada em metros e cada indivíduo foi marcado com uma placa seriada, fixada no tronco com pequenos pregos ou grampos.

A identificação botânica dos indivíduos arbóreos bem como suas respectivas famílias foi realizada em campo, através do conhecimento empírico dos pesquisadores, e quando este não foi possível, foram realizados os seguintes procedimentos:

- Coleta do material botânico (Folhas e quando possível flores)
- Obtenção de registro fotográfico;

- Identificação em herbário (MBM – Jardim Botânico de Curitiba) a partir de materiais depositados em coleções e material bibliográfico especializado.



Figura 7.4.1 - Anotação de dados biológicos em planilha de campo.



Figura 7.4.2 - Medição da CAP com fita métrica.



Figura 7.4.3 - Medição da CAP com fita métrica.

Análise dos resultados

Os valores de circunferência altura do peito (CAP), a altura total e as espécies levantadas durante as campanhas do ano de 2019, foram tabuladas de acordo com mês de coleta e ponto amostral.

A partir disso, foi possível apresentar a riqueza e abundância total, bem como das parcelas separadamente.

Com os valores de CAP, foi obtido a Área Basal, possibilitando a verificação da dominância de espécies e o crescimento em biomassa das parcelas. São apresentados também os dados obtidos na última campanha do ano de 2019, com o objetivo de comparar o crescimento da biomassa, dentro das parcelas, entre os anos de 2019 e 2020.

A taxa de mortalidade foi obtida através da proporção de indivíduos mortos sobre o número total de indivíduos da parcela. O mesmo foi feito para a taxa de natalidade (ou recrutamento).

Indivíduos que não foram encontrados nas parcelas (e não sendo constatado a sua morte) são marcados na planilha como “NE” de Não Encontrados. Indivíduos que aparentemente estão mortos, não foram medidos. Entretanto, estes permaneceram na planilha caso ocorra alguma rebrota e este venha a compor a riqueza da parcela novamente.

Indivíduos indicados na tabela com cores iguais são referentes as bifurcações dos fustes, perfilhos.

7.5 RESULTADOS

Ao todo foram identificados 58 espécies florestais distribuídos em 687 indivíduos (Tabela 7.5.1). Destas somente 3 espécies são consideradas raras, de acordo com a Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Paraná, publicado pelo IAP, (POP,2018) são elas: *Balfourodendron riedelianum* (Marfim); *Machaerium paraguariense* (Sapuvão) e o *Myrocarpus frondosus* (Pau-óleo). Nove exemplares não foram identificados.

As parcelas apresentam um número de riqueza parecidas entre si, mas com composição florística distinta, conforme discriminado nas tabelas abaixo.

Tabela 7.5.1 – Lista das espécies registradas durante as campanhas do monitoramento da flora da PCH Cantu 2, com a indicação das respectivas placas de identificação dos indivíduos amostrados; Circunferência Altura do Peito (CAP) em centímetros; Altura total (H tot) em metros; Família; Espécie; Nome-popular. (MD → Margem Direita / ME → Margem Esquerda); NE – Não Encontrada; *** - Espécie não monitorada na campanha.

PARCELA 1	1 - Ivo Demarco - Coordenadas (UTM): 22J 352988 / 7262512						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
6203	96	16	96,2	16	96,2	16	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho
6213	23,8	6	24,5	6	24,5	6	<i>Maytenus aquifolia</i> / Espinheira-santa
10810--6216	80	16	80	16	80	16	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho
6217	11,2	2,5	11,2	2,5	11,2	2,5	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
10845--6225	50	10	51,2	10	51,2	10	<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato
6399	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> / Marfim
6456	7,2	NE	8	2,5	8	2,5	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
6469	15,5	2	15,7	2	15,7	2	Brotando
6483	119	18	119	18	119	18	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho
6549	19,8	6	21,3	6	21,3	6	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
6573	16,5	5	17	5	17	5	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
6574	16,3	13	19	13	19	13	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
6584	10,8	5	11,5	5	11,5	5	<i>Bauhinia forficata</i> / Pata de Vaca
6586	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Cabralea canjerana</i> / Canjarana
10500--6591	10,4	3	10,4	3	10,4	3	<i>Pombalia bigibbosa</i> / ***
6767	8,9	3	8,9	3	8,9	3	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
6811	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Cupania vernalis</i> / Camboatã Vermelho
6858	7,8	NE	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Pombalia bigibbosa</i> / ***
11000--6949	17,2	2,5	19,3	2,5	19,3	2,5	<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro
6950	Morta	3	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro
10347	7,7	3,5	7,7	3,5	7,7	3,5	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
10334--6848	12,1	4	13,3	4	13,3	4	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
10839	9,6	3,5	NE	NE	NE	NE	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
10349--6359	13,2	3	13,2	3	13,2	3	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
10843	7,4	2,5	8,2	2,5	8,2	2,5	<i>Nectandra magapotamica</i> / Canela merda

10844--A0641	39	8	40,6	8	40,6	8	<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato
10847	7,2	3	8,1	3	8,1	3	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
10500--A0642	9,9	3,5	9,9	3,5	9,9	3,5	<i>Pombalia bigibbosa</i> / ***
A0643	8	3	8,6	3	8,6	3	<i>Pombalia bigibbosa</i> / ***
A0667	NE	NE	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
A0667	7,9	3	NE	NE	NE	NE	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
A0674	8,6	2,2	9,2	3	9,2	3	<i>Chysophyllum gonocarpum</i> / Aguaí
A0698	9,2	3	8,3	2,5	8,3	2,5	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
A0699	8	2,5	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
A1004	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Cupania vernalis</i> / Camboatã Vermelho
A1022	Morta	8	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Cupania vernalis</i> / Camboatã Vermelho
A1052	115,4	15	118	15	118	15	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
A1064	10,3	2,5	10,5	2,6	10,5	2,6	<i>Cestrum intermedium</i> / (BROTANDO)
A1081	103	17	103,5	17	103,5	17	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho
10390--A1464	33	18	34,5	18	34,5	18	<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro
A1490--6571	23,7	5,5	23,7	5,5	23,7	5,5	<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau
A1658	9	2	9,8	2	9,8	2	<i>Bauhinia forficata</i> / Pata de Vaca
A1659	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
10824--A1830	10,9	NE	10,9	5	10,9	5	<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro
A1841	8	2,5	NE	NE	NE	NE	<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro
A2346--6969	17,2	3,5	18,4	3,5	18,4	3,5	<i>Chysophyllum gonocarpum</i> / Aguaí
A4695	24,2	6	24,5	6	24,5	6	<i>SeQUIERIA guaranitica</i> / Cipó-umbu
5406	nova	nova	nova	nova	14,5	5	<i>Albizia niopoides</i> / Frango-assado
5464	nova	nova	nova	nova	7	3	<i>Pombalia bigibbosa</i> / ***
5484	nova	nova	nova	nova	7	2,5	<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro

PARCELA 2							
Fitofisionomia:	Floresta Estacional Semidecidual						
Coordenadas (UTM):	22J 352520 / 7262360						
Parcela:	2 - Ivo Demarco						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
10367--658	22,5	8	22,5	8	22,5	8	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
1444	8,1	NE	8,6	4	8,6	4	<i>Seguiera guaranítica</i> / Cipó-umbu
6087	NE	NE	8,7	2	8,7	2	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
6088	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Cordia trichotoma</i> / Louro
6096	16	5	16	5	16	5	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
6100	26,8	8	27,2	8	27,2	8	<i>Prockia crucis</i> / Guaipá
6210	11,9	4	11,9	4	11,9	4	<i>Prockia crucis</i> / Guaipá
6215	22,5	4,5	24,6	4,5	24,6	4,5	<i>Seguiera guaranítica</i> / Cipó-umbu
10380--6218	20,2	6	20,2	6	20,2	6	<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão
6339	74	11,5	74	11,5	74	11,5	<i>Albizia niopoides</i> / Farinha-Seca (MORRENDO)
6340	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Bauhinia forficata</i> / Pata de Vaca
6388	7	NE	7	3	7	3	<i>Muelleria campestris</i> / Cigarreira
6391	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato
6398	12,2	4	12,3	4	12,3	4	<i>Prockia crucis</i> / Guaipá
6400	11,5	4	11,8	4	11,8	4	<i>Prockia crucis</i> / Guapá
6567	29,9	5	30	5	30	5	<i>Seguiera guaranítica</i> / Cipó-umbu
6568	16	4	17,6	4	17,6	4	<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão
6579	25	6	25	6	25	6	<i>Cordia trichotoma</i> / Louro
6583	11	4	12,5	4	12,5	4	<i>Ruellia breviflora</i> / ***
6592	16,5	3,5	16,5	3,5	16,5	3,5	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho
6739	9,5	NE	9,5	3	9,5	3	<i>Piper amalago</i> / Pariparoba

10837--10887--6814	7,6	3	NE	NE	7,6	3	<i>Ruellia breviflora</i> / ***
6838	31	7	31	7	31	7	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
6852	10	3	10,1	3	10,1	3	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba
6876	32,3	8	32,7	8	32,7	8	<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão
6942	10,4	NE	10,4	3	10,4	3	<i>Piper amalago</i> / Pariparoba
10823-10837-10351--6599	27,5	5	27,6	5	27,6	5	<i>Seguiera guaranitica</i> / Cipó-umbu
350--6577	NE	4	11,5	4	11,5	4	<i>Myrcarpus frondosus</i> / Pau-óleo
6097 -- A1403	NE	4	NE	NE	NE	NE	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho
10898--A0422	11,8	4	12,2	4	12,2	4	<i>Prockia crucis</i> / Guaipá
10848	11,5	4	11,6	4	11,6	4	<i>Prockia crucis</i> / Guaipá
A1040	14,2	4	15,3	4	15,3	4	<i>Seguiera guaranitica</i> / Cipó-umbu
A1600	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Seguiera guaranitica</i> / Cipó-umbu
A1656	11,1	3	11,5	3	11,5	3	<i>Allophylus edulis</i> / Vacum
A1657	9,8	3,5	9,8	3,5	9,8	3,5	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
A1824	8,9	3	9,1	3	9,1	3	<i>Ruellia breviflora</i> / ***
A4696	6,6	2,5	7,4	3	7,4	3	<i>Ruellia breviflora</i>
A4697	102	18	103	18	103	18	<i>Albizia niopoides</i> / Farinha-Seca
A4698	6,4	2,5	9,6	2,5	9,6	2,5	<i>Ruellia breviflora</i>
A4699	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Ruellia breviflora</i>
A4700	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Annona emarginata</i> / Ariticum
?	NE	1,5	NE	NE	NE	NE	<i>Cestrum</i>
10368	11	4	11,2	4	11,2	4	<i>Cordia trichotoma</i> / Louro

PARCELA 2							
PARCELA 3	3 - Carmo Fidelis & Outros - Coordenadas (UTM): 22J 354385 / 7263279						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
6387	9,4	4	9,6	4	9,6	4	Luehea divaricata / Açoita-cavalo
6402	81	15	82,2	15	82,2	15	Alchornea triplinervia / Tapiá
10885--6412	37,5	9	38,1	9	38,1	9	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6423	70	15	70,6	15	70,6	15	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
6432	11,5	4	11,5	4	11,5	4	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6444	21,9	10	21,9	10	21,9	10	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
6451	8,6	3,5	9,7	3,5	9,7	3,5	Piper amalago / Pariparoba
6453	12,2	5	12,5	5	12,5	5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6457	32	9	32,2	9	32,2	9	Myrsine umbellata / Capororocão
6481	9,4	4	9,4	4	9,4	4	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
6489	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Machaerium stipitatum / Sapuva
6497	14,5	6,5	14,5	6,5	14,5	6,5	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
6752	Morta	Morta	12,7	1	12,7	1	Machaerium stipitatum / Sapuva
6772	27	10,5	27	10,5	27	10,5	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
6782	10,2	5	10,9	5	10,9	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6790	23,5	8	23,5	8	23,5	8	CONFERIR
10406--6796	10,5	5	10,6	5	10,6	5	Allophylus edulis / Vacum
6800	12,7	2,5	13,1	2,5	13,1	2,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6816	17,5	3	17,8	3	17,8	3	Luehea divaricata / Açoita-cavalo
6821	8,5	5	8,9	5	8,9	5	Casearia decandra / Guaçatunga
6823	14	3,5	14,3	3,5	14,3	3,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6830	10,4	5	10,9	5	10,9	5	Dendropanax cuneatus / ***
6832	11,6	5	12,2	5	12,2	5	Myrsine umbellata / Capororocão
6847	16,1	10	16,1	10	16,1	10	Allophylus edulis / Vacum
10356--6902	25,2	5	25,8	5	25,8	5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6904	13,1	3	13,1	3	13,1	3	Machaerium stipitatum / Sapuva
10868--6915	54	15	54	15	54	15	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
10365--6943	24	10	24,7	10	24,7	10	Machaerium paraguariense / Sapuvão

6954		11,5	4	11,6	4	11,6	4	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6956	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Solanum compressum / ***
6960		8,9	3,5	10,4	3,5	10,4	3,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6971	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Myrsine umbellata / Capororocão
10842--6975		16,5	5	17,9	5	17,9	5	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6984		18	6	18	6	18	6	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6987		9	4,5	9	4,5	9	4,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6995	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6998		15,1	5	15,2	5	15,2	5	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
10851		22	4	22,5	4	22,5	4	MARMELEIRO - CONFERIR
10882		22,2	5	22,8	5	22,8	5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A0982		11,5	3,5	12,5	3,5	12,5	3,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
A1090		9,5	3,5	10,7	3,5	10,7	3,5	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
A1401--6934		11,2	4	12,3	4	12,3	4	Myrsine umbellata / Capororocão
A1410--A0984		7	2,5	8,5	2,5	8,5	2,5	Cedrela fissilis / Cedro-rosa
A1411--A0983		12,3	3,5	13,9	3,5	13,9	3,5	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A1412--6953		69	12	70,3	12	70,3	12	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A1432--6484		26,5	8	26,8	8	26,8	8	Machaerium paraguariense / Sapuvão
A1439--6790		28	8,5	28,5	8,5	28,5	8,5	Myrsine umbellata / Capororocão
A1441--6425		20	7	21,3	7	21,3	7	Casearia decandra / Guaçatunga
A1441--6962	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1460 -- 6860 -- A2335		33,5	10	33,8	10	33,8	10	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
A1475--6854		45	11	45,6	11	45,6	11	Maclura tinctoria / Tatajuba
A2348--A2386		8	5	8,4	5	8,4	5	S. bonplandii
A339		6	3	7,7	3	7,7	3	Casearia decandra / Guaçatunga
5426	nova		nova	nova	nova	5,5	3,5	Casearia sylvestris / Guaçatunga-preta

PARCELA 4	Jamil Rocier - Coordenadas (UTM):22J 355232 / 7263573						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
6222	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Boehmeria caudata / Urtiga-mansa
970	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Albizia niopoides / Frango-assado
6356	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6392	12	4	12,1	4	12,1	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
6427	13	4	13,9	4	13,9	4	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
10875--6449	10	3,5	10,1	3,5	10,1	3,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6602	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6605	36	10	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Ocotea puberula / Canela-sebo
6613	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Manihot grahamii
6614	22	4	22,2	4	22,2	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6616	16,2	8	16,2	8	16,2	8	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6620	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Bauhina forficata / Pata de Vaca
10884--6621	18,4	4,5	19,6	4,5	19,6	4,5	Cedrela fissilis / Cedro
6624	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6637	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
10876--6638	20	4	20	4	20	4	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6641	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6647	15,8	6	16,3	6	16,3	6	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6652	29,1	6	31,1	6	31,1	6	Aloysia virgata / Lixeira
6653	13,5	3	13,9	3	13,9	3	Albizia niopoides / Frango-assado
6659	13,4	7	13,7	7	13,7	7	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6661	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Bauhina forficata / Pata de Vaca
10363--6662	10	4,5	10	4,5	10	4,5	Albizia niopoides / Frango-assado
6676	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6677	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6681	22,1	7,5	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6690	19,2	5	20,2	5	20,2	5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco

6697	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Bauhina forficata / Pata de Vaca
6700	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Aloysia virgata / Lixeira
6797	12,8	3,5	NE	NE	NE	NE	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
10833--6865	21	4,5	22,5	4,5	22,5	4,5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
6922	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
10310	7	3,5	8,9	3,5	8,9	3,5	Albizia niopoides / Frango-assado
10321	9,2	3	9,2	3	9,5	3	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
10343--10322	22,3	5,5	22,3	5,5	22,3	5,5	Zanthoxylum petiolare
10898	10,8	3	10,8	3	10,8	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6773 -- A1871	8,2	3	NE	NE	NE	NE	Bauhina forficata / Pata de Vaca
A0970	8	3,5	9,4	3,5	9,4	3,5	Albizia niopoides / Frango-assado
A0972	NE	NE	9,3	3	9,3	3	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A1000	NE	NE	NE	NE	6	3	Albizia niopoides / Frango-assado
A1001 - A1855	Morta	9	Morta	Morta	Morta	Morta	Albizia niopoides / Frango-assado
A1005	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Albizia niopoides / Frango-assado
A1007	9,5	3	9,8	3	9,8	3	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A1098	6,6	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Boehmeria caudata / Urtiga-mansa
A1099	7,5	3,5	7,6	3,5	7,6	3,5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A1100--A2375	8,5	3,5	9,2	3,5	9,2	3,5	Muelleria campestris / Cigarreira
10873--A1666	25,4	6	27,2	6	27,2	6	Cedrela fissilis / Cedro
A1667	9	3	9,9	3	9,9	3	Albizia niopoides / Frango-assado
A2362 -- 6344	10,7	5,5	11,4	5,5	11,4	5,5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A2380	9,5	5	9,7	5	9,7	5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
5421	nova	nova	nova	nova	5,5	4	Parapiptadenia rigida / Gurucaia

PARCELA 5	5 - Guilherme Fitz - Coordenada UTM - 22J 354308 / 7264533						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
6--A1987	11	4	NE		NE		Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10871--6102	46,5	12,5	47,6	12,5	47,6	12,5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
6206	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6214	17	5	17	5	17	5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
6223	13,2	9	13,6	9	13,6	9	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
6230	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6358	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Cestrum intermedium / ***
6364	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Vassobia brevifolia / Café-de-bugre
6397	257	21	257	21	257	21	Phytolaca dioica / Cebolão
6461	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6465	12,5	2,5	13,4	2,5	13,4	2,5	Strychnos brasiliensis / Esporão-de-galo
6496	7,8	3	8,8	3	8,8	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6508	44,2	11	45,6	11	45,6	11	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6509	34	7	36	7	36	7	Vassobia brevifolia / Café-de-bugre
6512	11,5	3,5	11,6	3,5	11,6	3,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6523	Morta	20	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Melia azedarack / Santa Bárbara
6525	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
6526	35	9,5	36,4	9,5	36,4	9,5	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
6529	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10864--6530	29	10	29	10	29	10	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10311--6906	54,5	10	57,5	10	57,5	10	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
6908	8,5	3	9,1	3,5	9,1	3,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10883--6914	21	6	23,6	6	7,5	2,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
10859--6939	49,5	11	50,3	11	50,3	11	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
10863--6957	65	13	65,2	13	65,2	13	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
6967	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Cestrum intermedium / ***
6999	9,1	3	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10447--6411	34,3	7,5	34,3	7,5	34,3	7,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A0616	17	5,5	18,4	5,5	18,4	5,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A0620	14,8	5	15,8	5	15,8	5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero

A0621	8	3	9,2	3	9,2	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A0622	7	2,5	7,7	2,5	7,7	2,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero (brotando)
1032--A0625	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A0629	45,7	10	47,5	10	47,5	10	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A0632	9	3	9,4	3	9,4	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A0636	11,5	4	13,2	4	13,2	4	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
A0669	98,5	16	101,4	16	101,4	16	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A0672	8	2,5	8,2	2,5	8,2	2,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A0676	93,2	9	94,3	9	94,3	9	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A0677	12,9	3,5	13,9	3,5	13,9	3,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A0681	6,5	2,5	NE	NE	5	2,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A0684	6,2	3	6,7	3	6,7	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A0690	14,3	6	15,2	6	15,2	6	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1682	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Annona emarginata / Ariticum CF. (sem folhas)
A1683	7,5	2,5	8	2,5	8	2,5	Annona emarginata / Ariticum
A1684	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1685	44	12	44,1	12	44,1	12	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A1686	9	2,5	NE	NE	NE	NE	Annona cacans / Ariticum-cagão
A1687	11,5	3	12,1	3	12,1	3	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1689	9	2,5	9,6	2,5	9,6	2,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1690	16,4	3,5	16,4	3,5	16,4	3,5	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
A1691	11,8	2	11,8	2	11,8	2	Jacaranda micrantha / Caroba - CONFIRMAR
A1802--6516	42,5	9	44,7	9	44,7	9	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A1833--6505	20	7	20,4	7	20,4	7	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1952	6,5	2	7	2	7	2	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1987	16,5	5	16,5	5	16,5	5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A2072	7	2,5	NE	NE	6,2	2,8	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A2367	82	15	82,8	15	82,8	15	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
10857--A2367--6510	84	14	85,6	14	85,6	14	Anadenanthera colubrina / Angico Branco
A2372	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Melia azedarack / Santa Bárbara

Parcela: 6	6 - Priscila Arantes - Coordenada :22J 354502 / 7265573						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
6135	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
6406	8	4	NE	NE	NE	NE	Muellera campestris / Cigarreira
6407	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Trema micrantha / Piriquiteira
6408	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6410	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6413	14,1	4,2	14,6	4,2	MORTA	MORTA	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6414	13,1	6	13,1	6	13,1	6	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6418	11,4	3,5	11,4	3,5	11,4	3,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6420	10,5	3,5	10,5	3,5	10,5	3,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
6421	16,1	5	18,2	5	18,2	5	Allophylus edulis / Vacum
6434	19	4,5	19,8	4,5	19,8	4,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6445	14,5	4,5	14,5	4,5	14,5	4,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6448	15,6	5	16,6	5	16,6	5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6458	9,8	3,5	10,2	3,5	10,2	3,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
6460	17,4	4	NE	NE	17,4	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6464	7,8	2,5	NE	NE	NE	NE	Albizia niopoides / Frango-assado
6466	18,4	6	NE	NE	NE	NE	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6472	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6482	NE	NE	10,3	4	10,3	4	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6491	20,7	6,5	20,8	6,5	20,8	6,5	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6495	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6499	52	15	52	15	52	15	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
6746	8,6	3,5	10,9	3,5	10,9	3,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6799	19,1	6	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6812	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
6813	10,2	4	11,4	4	11,4	4	Allophylus edulis / Vacum
6817	10,6	4,5	10,9	4,5	10,9	4,5	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6819	26,8	6,5	NE	NE	NE	NE	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
6835	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Solanum granulosum-leprosum / Fumo-bravo
6850	13	4	13,3	4	13,3	4	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó

6851	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6857	7,8	5	7,8	5	7,8	5	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
6867	7,4	3	11,8	3	11,8	3	Cupania vernalis / Cuvatã
6869	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
6907	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Luehea divaricata / Açoita-cavalo
6911	14,1	5,5	15,1	5,5	15,1	5,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6912	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A2379--6918	7,1	3	7,4	3	7,4	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6919	NE	NE	NE	NE	Morta	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6921	8	2,5	9,6	2,5	9,6	2,5	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6923	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6926	16,9	6	17,3	6	17,3	6	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6927	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Phytolaca dioica / Ceboleiro
6929	15,9	5,5	16,1	5,5	16,1	5,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6931	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6938	13,5	4	NE	NE	NE	NE	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6948	11	3,5	11	3,5	11	3,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6961	17,4	5	17,6	5	17,6	5	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6973	17,4	4,5	19,1	4,5	19,1	4,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6977	NE	6	NE	NE	NE	NE	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
6980	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6982	10,3	4,5	10,7	4,5	10,7	4,5	Ocotea pulchella / Canela-sebo
6989	13	3,5	14,8	3,5	14,8	3,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10246	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Nectandra megapotamica
10337--10317	26,5	4,5	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
10342	19	5,5	20,3	5,5	20,3	5,5	Nectandra megapotamica
10354	10,7	3	10,7	3	10,7	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10355	7,1	7	7,6	3	7,6	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
10357	6,6	3	10,3	3	10,3	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10360	9,4	3	10,4	3	10,4	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10362	10	3	10	3	10	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10337--6905	8	6	8,9	6	8,9	6	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
10345--6447	26,5	4	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
10352--6810	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
10358--A1698	NE	NE	9,1	4	9,1	4	Ocotea pulchella / Canela-sebo

10369--6426	NE							Ligustrum lucidum / Alfeneiro
10829--A0659		30	4,5	32,8	4,5	32,8	4,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A0660		55	9	55,8	9	55,8	9	Meliz azedarak / Santa-barbara
A0662		9,8	3,5	10,1	3,5	10,1	3,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A0665		9,4	3,5	NE	NE	NE	NE	Cestrum intermedium /
10890--A0668		121,5	12	121,5	12	121,5	12	Ligustrum lucidum / Alfeneiro - Fundiu os caules
A0670		9,8	4	10,1	4	10,1	4	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A0964--6836		20,8	4	21,7	4	21,7	4	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A0965		7,4	3,5	9,1	3,5	9,1	3,5	B. caudata
A0993	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A0994	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A0995	Morta		Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A0999	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A1692		21,3	5,5	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Annona emarginata / Ariticum
A1693	NE		3,5	NE	NE	NE	NE	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
A1694		21,36	4	21,3	4	21,3	4	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
A1695	NE		4,5	15,3	4,5	15,3	4,5	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
A1696		12	4,5	12	4,5	12	4,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1697		7,8	3	7,9	3	7,9	3	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1699		7,6	3	8,1	3	8,1	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A1700		9	3,5	9,1	3,5	9,1	3,5	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A1806--6781		55,6	10	57,6	10	57,6	10	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1807--A0664		22	6	22	6	22	6	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1808--A0661		15,5	4	15,6	4	15,6	4	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1823--6468		7,6	3	8,7	3	8,7	3	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
10890--A1836--6924		121,5	12	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro - Fundiu os caules
A1838--6431		25,2	6	27,2	6	27,2	6	Luehea divaricata / Açoita-cavalo
A1844--A0998	NE		NE	NE	NE	NE	NE	Nectandra megapotamica
10849--S/PLACA		46	6,5	51,5	6,5	51,5	6,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1848--6818		12,4	3,5	13,1	3,5	13,1	3,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1851		31,7	4	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1875--A0666		46,6	10	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A1877--6978		38,7	6,5	41,1	6,5	41,1	6,5	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A2340		6,6	3,5	7,1	3,5	7,1	3,5	Nectandra megapotamica
A2341		6,6	3	6,9	3	6,9	3	Nectandra megapotamica

A2393-6433	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Cestrum intermedium /
A2394-6404	25	3,5	25	3,5	25	3,5	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
10826--A2395-6478	10,7	3	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A2396-6485	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A2397--A0996	7,7	3	7,7	3	7,7	3	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A2398--A0998	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
A2399--A0997	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Ocotea pulchella / Canela-sebo
10891	9,2	3,5	11,1	3,5	11,1	3,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
10892	15,1	4	15,9	4	15,9	4	Luehea divaricata / Açoita-cavalo
10895	8,7	3,5	NE	NE	8,7	3,5	Nectandra megapotamica
10896	9,9	4	10,2	4	10,2	4	Nectandra megapotamica
10899	8,9	4	9,6	4	9,6	4	Nectandra megapotamica
10830	18,5	?	21,2	10	21,2	10	?
10358	7,8	?	NE	NE	NE	NE	?
10369	13	?	14,5	4	14,5	4	?
10371	25	?	25,6	7	25,6	7	Ligustrum lucidum / Alfeneiro
A1849	7	?	8,6	1,5	8,6	1,5	Nectandra megapotamica
10840	7,5	3	8,9	3	8,9	3	Nectandra megapotamica
10850	14,2	?	15,6	5	15,6	5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
10370	34,5	?	34,8	8	34,8	8	Ligustrum lucidum / Alfeneiro

PARCELA 1

PARCELA 1							
Fitofisionomia:	Floresta Estacional Semidecidual						
Coordenadas (UTM):	22J 352005/ 7262371						
Parcela:	2 - Agropecuária Guapiara						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
A1496--6017	52	10	52,0	10	52,0	10	<i>Anadentanthera colubrina</i> / Angico-branco
6186	38,5	9	38,5	9	38,5	9	<i>Anadentanthera colubrina</i> / Angico-branco
6190	52,9	7,5	54,0	7,5	54,0	7,5	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
10853--6195	24,5	5,5	24,5	5,5	24,5	5,5	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro
6299	25,6	10	26,6	10	Morta	Morta	<i>Annona cacans</i> / Ariticum-cagão
6304	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Annona cacans</i> / Ariticum-cagão
6312	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Ocotea pulchella</i> / Canela-sebo
6313	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro
6327	18,8	9	18,8	9	Morta	Morta	<i>Annona cacans</i> / Ariticum-cagão
6609	29,8	11	30,2	11	30,2	11	<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó
6628	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro
6630	2635	4,5	26,3	4,5	26,3	4,5	<i>Annona cacans</i> / Ariticum-cagão
6636	NE	NE	26,6	6	26,6	6	<i>Annona cacans</i> / Ariticum-cagão
6655	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Anadentanthera colubrina</i> / Angico-branco
10801--6682	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro
6684	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro
6686	58,6	13	58,6	13	58,6	13	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
6689	35,5	13	36,5	13	36,5	13	<i>Parapiptadenia rigida</i> / Gurucaia
6807	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro
10862--6933	13,6	4	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Cestrum intermedium</i> /
6952	13,3	4	14,3	4	14,3	4	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro

6968		11,9	3,5	11,9	3,5	11,9	3,5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
10852		16,9	3,5	20,2	3,5	20,2	3,5	<i>Nectandra magapotamica / Canela merda</i>
10860		8,2	2,5	8,8	2,5	8,8	2,5	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
10867		9,2	3	10,7	3	10,7	3	<i>Celtis iguanaea / Esporão</i>
10869		7,2	3	8,1	3	8,1	3	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
10872		8	2	10,3	2	10,3	2	<i>Não identificada</i>
10880	QUEBRADA*			11,6	2	11,6	2	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
10886		8,9	3	9,2	3	9,2	3	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
A0634		24,9	4,5	26,3	4,5	26,3	4,5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A0640		17,8	4	18,3	4	18,3	4	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A0695	NE		NE	NE	NE	19	4	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
A0697		46,2	12	46,2	12	46,2	12	<i>Cordia trichotoma / Louro</i>
A1025		15,9	3,5	16,6	3,5	16,6	3,5	<i>Cestrum intermedium / ***</i>
A1033		12,6	4	13,4	4	13,4	4	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A1038	Morta		Morta	MORTA		MORTA		<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
A1068		14,6	3,5	15,5	3,5	15,5	3,5	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
10819--A1069		21,3	3,5	24,5	3,5	24,5	3,5	<i>Celtis iguanaea / Esporão</i>
A1070		6,8	3	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Boehmeria caudata / Urtiga-mansa</i>
A1071		8,8	3	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	<i>Boehmeria caudata / Urtiga-mansa</i>
A1072--A1601		14,5	3,5	15,3	3,5	15,3	3,5	<i>Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato</i>
A1086		13,9	3	14,2	3	14,2	3	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A1405--A4690-6290		16,8	4	18,2	4	18,2	4	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A1409	NE		NE	NE	NE	NE	NE	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A1414--6243		16,2	4,5	17,0	4,5	17,0	4,5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
10383--A1421--6333		30,8	8	30,9	9	30,9	9	<i>Parapiptadenia rigida / Gurucaia</i>
A1424--6329		13,6	4	NE	NE	NE	NE	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
A1430--6643		38,9	9	38,9	9	38,9	9	<i>Anadentanthera colubrina / Angico-branco</i>
A1446--6314		17,3	3,5	17,3	3,5	17,3	3,5	<i>Ocotea pulchella / Canela-sebo</i>
A1447--6241		58,6	11	60,2	11	60,2	11	<i>Parapiptadenia rigida / Gurucaia</i>
A1451--6300		19,5	3,5	20,3	3,3	20,3	3,3	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A1470--A1490--6656		27,3	6	27,7	6	27,7	6	<i>Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó</i>

A1472--6328		47	7	47,0	7	47,0	7	<i>Parapiptadenia rigida / Gurucaia</i>
A1492--A4692--6239		16,9	?	16,9	4	16,9	4	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A1495--6611		20,8	3,5	20,8	3,5	20,8	3,5	<i>Anadentanthera colubrina / Angico-branco</i>
A1497--A4691		11,3	3	12,0	3	12,0	3	<i>Aloysia virgata</i>
A1498--6839		56,3	9	56,5	8	56,5	8	<i>Parapiptadenia rigida / Gurucaia</i>
A1644	NE		NE	NE	NE	NE	NE	<i>Annona cacans / Ariticum-cação</i>
A1879	NE		NE	NE	NE	NE	NE	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
10855--A2159		12,2	3,5	12,3	3,5	12,3	3,5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A2343		7,14	2	7,1	2	7,1	2	<i>Annona cacans / Ariticum-cação</i>
10379--A1402--A2376		14,9	4	16,2	4	16,2	4	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
10877--A4689--6618		55,5	8	55,5	8	55,5	8	<i>Parapiptadenia rigida / Gurucaia</i>
A4690--6804		17,9	3,5	NE	NE	NE	NE	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A4692--A1873		16,9	3,5	17,2	3,5	17,2	3,5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
A4693--6383	Morta		Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
10378		8,2	3	NE	NE	7,7	3,0	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
A1419		10,2	3,5	10,7	3,5	10,7	3,5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
10861		21,2	5	22,2	5	22,2	5	<i>Tabernaemontana catharinensis / Leitero</i>
10831		8,2	3,5	8,2	3,5	8,2	3,5	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>
5493	nova		nova	nova	nova	8,5	3,5	<i>Bauhinia forficata / Pata-de-vaca</i>

PARCELA 2 ME							
Coordenadas (UTM):	22J 352292 / 7262194						
Parcela:	3 - Agropecuária Guapiara						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
620	9	4,5	9	4,5	9	4,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6001	12,3	7	12,3	7	12,3	7	Machaerium stipitatum / Sapuva
6002	NE	NE	NE		NE		Machaerium stipitatum / Sapuva
6101	Morta	Morta	MORTA		MORTA		Machaerium stipitatum / Sapuva
6103	13,5	6	13,8	6	13,8	6	Muelleria campestris / Cigarreira
6105	NE	NE	NE		NE		Machaerium paraguariense / Sapuvão
6107	19,8	8	19,8	8	19,8	8	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6108	31,3	7	31,3	7	31,3	7	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6109	8,5	5	8,8	5	8,8	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6110	12,5	4	12,7	4	12,7	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
6111	25	8	25,6	8	25,6	8	Muelleria campestris / Cigarreira
10817--6112	30	10	30,8	10	30,8	10	Machaerium stipitatum / Sapuva
6113	101	14	101	14	101	14	Phytolaca dioica / Cebolão
6114	31,4	13	31,4	13	31,4	13	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6116	32	9	32,3	9	32,3	9	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6117	12,6	5	13,2	5	13,2	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6119	Morta	morta	MORTA		MORTA		Aloysia virgata / Lixeiro
6120	24,5	11	24,5	11	24,5	11	Machaerium stipitatum / Sapuva
6121	10,3	3	10,4	3	10,4	3	Muelleria campestris / Cigarreira
6122	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6123	13	6	13	6	13	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
6124	28,7	12	29,6	12	29,6	12	Muelleria campestris / Cigarreira
6125	18,2	10	18,2	10	MORTA	MORTA	Machaerium stipitatum / Sapuva
6126	13,8	5	14	5	14	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6127	13,3	8	14,1	5	14,1	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6128	18,6	6	19,1	6	19,1	6	Muelleria campestris / Cigarreira
6129	12	3,5	12	3,5	MORTA	MORTA	Muelleria campestris / Cigarreira

6131	Morta	Morta	MORTA		MORTA		Machaerium stipitatum / Sapuva
10854--6132	39,5	9	40	9	40	9	Machaerium stipitatum / Sapuva
6140	17,3	6	17,9	6	17,9	6	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6143	23,1	7	23,1	7	23,1	7	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6144	8	4	8	4	8	4	Machaerium paraguariense / Rabo-de-bugio
6145	12,4	5	12,4	5	12,4	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6147	12,5	5	12,6	5	12,6	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6151	11	6	11,1	6	11,1	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
6153	NE	NE	NE		NE		Machaerium paraguariense / Sapuvão
6155	12,5	4	12,8	4	12,8	4	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6158	26,5	8	26,5	8	26,5	8	Machaerium stipitatum / Sapuva
6159	30	8	30,1	8	30,1	8	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6160	9,1	3	9,1	3	9,1	3	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6161	11,5	4,5	12,1	4,5	12,1	4,5	Cupania vernalis / Camboatã-vermelho
6164	36,8	15	36,8	15	36,8	15	Machaerium stipitatum / Sapuva
6165	13	6	13,5	6	13,5	6	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6166	9	3,5	9,1	2,5	9,1	2,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
1087--6168	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6169	13,5	7	13,5	7	13,5	7	Machaerium stipitatum / Sapuva
6171	9	2,5	9	2,5	9	2,5	Eugenia uniflora / Pitanga
6172	NE	NE	NE		NE		Machaerium paraguariense / Sapuvão
6173	NE	NE	11,6	4	11,6	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
6177	84,2	15	88,6	15	88,6	15	Parapiptadenia rigida / Guruaia
6202	42,2	13	42,2	13	42,2	13	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
10807--6221	10,8	6	10,8	6	10,8	6	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6227	17,8	5	17,9	5	17,9	5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6303	12	4,5	12,2	4,5	12,2	4,5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6305	11,5	5	11,5	5	11,5	5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6307	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Machaerium stipitatum / Sapuva
6308	15	5	15	5	15	5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6309	22,2	10	22,2	10	22,2	10	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6319	23,8	10	24	10	24	10	Machaerium stipitatum / Sapuva
6336	19	5	19	5	19	5	Anadenanthera colubrina / Angico-branco

6346	47,8	13	47,8	13	47,8	13	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6369	8,8	3	9	3	9	3	Muelleria campestris / Cigarreira
6370	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Muelleria campestris / Cigarreira
6371	30,9	12	31,4	12	31,4	12	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6372	18,9	8	18,9	8	18,9	8	Machaerium stipitatum / Sapuva
6376	NE	NE	10	2	10	2	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6377	33,3	13	33,4	13	33,4	13	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
6379	17,7	7,5	17,7	7,5	17,7	7,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6382	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6384	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Machaerium stipitatum / Sapuva
6389	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6390	9	3,5	9,4	3,5	9,4	3,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6405	10,6	5	10,6	5	10,6	5	Muelleria campestris / Cigarreira
6416	20,2	7	20,2	7	20,2	7	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6701	17	7	17	7	17	7	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6748	10,6	6	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6750	17,3	5,5	17,3	5,5	17,3	5,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6755	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6760	12,4	5	12,4	5	12,4	5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6766	13,2	4	13,7	4	13,7	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
6768	11,5	4	12	4	12	4	Muelleria campestris / Cigarreira
6770	14,5	5,5	14,7	5,5	14,7	5,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6771	21,9	6	22,2	6	22,2	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
6780	14	4,5	16	4,6	16	4,6	Machaerium stipitatum / Sapuva (s/ cipó)
6791	19,2	6	19,2	6	19,2	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
6792	8,9	5,5	8,9	5,5	8,9	5,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6802	22,5	9	22,6	9	22,6	9	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6806	24,4	8	24,6	8	24,6	8	Machaerium paraguariense / Sapuvão
6809	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Machaerium stipitatum / Sapuva
10874--067--6798	18,6	7	18,6	7	18,6	7	Machaerium paraguariense / Sapuvão
10865	8	4	8	4	8	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
A0628	9,8	3	9,8	3	9,8	3	Gymnanthes klotzschiana / Branquilha
10879--A0872	29,5	10	29,5	10	29,5	10	Machaerium stipitatum / Sapuva

A1045	8,4	4	8,5	4	8,5	4	Machaerium paraguariense / Sapuvão
A1046	6,4	5,5	6,4	5,5	6,4	5,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
A1073	Morta	Brotando	6,2	1	6,2	1	Machaerium stipitatum / Sapuva
a1413--6801	14,2	3,5	15,2	3,5	15,2	3,5	Machaerium paraguariense / Sapuvão
A1420--6106	20,3	7	20,3	7	20,3	7	Anadentanthera colubrina / Angico-branco
A1440--6167	56,5	12	56,5	12	56,5	12	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A1646	15	6	15,2	6	15,2	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1647	9,2	4,5	9,3	4,5	9,3	4,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1648	8	3	9	4	9	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1649	10,3	4	10,3	4	10,3	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1847	11,3	4	12	4	12	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1894	19,3	15	21,6	15	21,6	15	???
A2383	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Machaerium stipitatum / Sapuva
A2388	12	4	12	4	12	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
10854	39,5	10	39,5	10	39,5	10	Machaerium paraguariense / Sapuvão
10817	30	8	30,2	8	30,2	8	Machaerium stipitatum / Sapuva
10818	30	8	30,2	8	30,2	8	Machaerium stipitatum / Sapuva
14037	Nova	Nova	Nova	Nova	7	4,5	Machaerium stipitatum / Sapuva

PARCELA 3 ME

PARCELA 3 ME							
Fitofisionomia:	Floresta Estacional Semidecidual						
Coordenadas (UTM):	22J 354869 / 7263308						
Parcela:	5 - Fazenda Burro Branco						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
46	11	3	11,2	3	11,5	3	Cordia americana / Guajuvira
6253	48,1	10	48,1	10	48,1	10	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6259	28,9	8	28,9	8	28,9	8	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
6272	49,7	12	49,7	12	49,7	12	Machaerium paraguariense / Sapuvão
10887--6419	7,7	3	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6443	31,4	9	31,4	9	31,4	9	Bauhinia forficata / Pata-de-vaca
6467	21,8	11	21,9	11	21,9	11	Campomanesia xanthocarpa / Guabirola
6477	20,1	6	20,1	6	20,1	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
6784	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Pleurothrium dubium / Canafístula
6917	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
6983	13,5	9	13,7	9	13,7	9	Machaerium stipitatum / Sapuva
6991	12,4	3,5	12,5	3,5	12,5	3,5	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
10314--6777	12,4	0,5	12,5	2	12,5	2	Campomanesia xanthocarpa / Guabirola
10316--6268	31,4	12	35,9	12	35,9	12	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A0648	1,4	3	1,4	3	1,4	3	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A0653	14,3	6	15,6	6	15,6	6	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A0657	66,7	15	67,1	15	67,1	15	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A0973	9,8	3,5	10,1	3,5	10,1	3,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
10866--A0975	18	Brotando	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A0974	7,5	3,5	7,9	3,5	7,9	3,5	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A0976	9,4	5	9,4	5	9,4	5	Campomanesia xanthocarpa / Guabirola

A0977	6,4	2,5	6,8	2,5	6,8	2,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1002	10,4	4	10,4	4	10,4	4	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A1006	14,5	3,5	14,5	3,5	MORTA	MORTA	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A1035	11,6	4	11,7	4	11,7	4	Pombalia biggibosa / ***
A1036	11,6	4	11,6	4	11,6	4	Pombalia biggibosa / ***
A1663	23,5	8	23,6	8	23,6	8	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A1664	32,8	8	33,9	8	33,9	8	Maytenus aquifolia / Espinheira-santa
A1819--6271	13,9	6	14,1	6	14,1	6	Allophylus edulis / Vacum
A1839--6774	116	20	116,8	20	116,8	20	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A1840--6785	39,8	13	39,8	13	39,8	13	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba
A1842--6267	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1844--A0974	11	4	11,3	4	11,3	4	Parapiptadenia rigida / Gurucaia
A1884--6277	32,4	11	32,6	11	32,6	11	Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó
A2354--6859	8,8	3,5	8,8	3,5	8,8	3,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato

PARCELA 4 ME							
Fitofisionomia:	Floresta Estacional Semidecidual						
Coordenadas (UTM):	22J 354338 / 7262056						
Parcela:	6 - Fazenda Burro Branco						
Data Campanha:	Nov.2019		Abr.2020		Nov.2020		
Árv. N°	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	CAP (cm)	H tot (m)	Espécie / Nome Vulgar
67	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Annona cacans / Ariticum-cagão
6032	17	5	17	5	17	5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6137	27,1	9	27,2	9	27,2	9	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6138	NE	10	NE		NE		Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6142	NE	NE	NE		NE		Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10801--6149	10	3,5	10,1	3,5	10,1	3,5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6150	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6152	15,1	5	15,3	5	15,3	5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6154	39,5	13	39,5	13	39,5	13	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6156	30,9	9	30,9	9	30,9	9	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6157	16	4,5	16	4,5	16	4,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6162	32,5	?	32,5	?	32,5	?	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6178	13,5	5	13,5	5	13,5	5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6179	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6180	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6181	17	4	17	4	17	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6182	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6185	15,5	4	15,5	4	15,5	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6188	10	3,5	10,5	3,5	10,5	3,5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
10878--6192	10,5	3	10,5	3	10,5	3	Machaerium stipitatum / Sapuva
6193	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6194	14,1	6	14,3	6	14,3	6	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6197	64,6	13	64,6	13	64,6	13	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
6199	22,7	?	22,7	10	22,7	10	Annona cacans / Ariticum-cagão
10836--6200	36,1	8,5	36,1	8,5	36,1	8,5	Anadenanthera colubrina / Angico-branco
6347	Morta	Morta	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	Tabernaemontana catharinensis / Leitero

6386	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6422	14,8	3	14,8	3	14,8	3	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6474	7,3	3	7,5	3	7,5	3	Campomanesia xanthocarpa / Guabiroya
6603	8,4	3	8,4	3	8,4	3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6604	58,5	10	58,5	10	58,5	10	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
10808--6607	14,5	4	16,6	4	16,6	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6622	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6623	12,8	5	12,8	5	12,8	5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
6626	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Nectandra lanceolata / Canela-amarela
6627	NE	NE	9,9	4	9,9	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6639	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6642	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6644	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Machaerium stipitatum / Sapuva
6649	13	3,5	13	3,5	13	3,5	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
6663	107	20	108,4	20	108,4	20	Cordia trichotoma / Louro
6664	22,7	4	22,7	4	22,7	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6665	37,9	9	38,7	9	38,7	9	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6668	9	3	9	3	9	3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6669	32	8	32,7	8	32,7	8	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6670	11,2	3,5	NE	NE	NE	NE	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6672	18	6	18	6	18	6	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6675	11,5	3,5	12,2	3,5	12,2	3,5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6678	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6679	34	9	34	9	34	9	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6685	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6693	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Annona cacans / Ariticum
6695	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Myrcarpus frondosus / Cabriúva
6696	8,4	3	8,6	3	8,6	3	Machaerium stipitatum / Sapuva
6758	8,8	2,3	8,8	2,3	8,8	2,3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6759	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6779	9,5	3	9,5	3	9,5	3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
6783	13,4	4,5	13,4	4,5	13,4	4,5	Ruprechtia laxiflora / Marmeleiro
6787	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero

6795	26,7	10	MORTA	MORTA	MORTA	MORTA	INDETERMINADA
6837	6,2	NE	7,6	3	7,6	3	Allophylus edulis / Vacum
6840	30,4	7	30,4	7	30,4	7	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6873	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
6878	7	3	7,7	3	7,7	3	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
10396--6880	7,9	2,5	7,9	2,5	7,9	2,5	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
6882	10,3	3,5	10,8	3,5	10,8	3,5	Machaerium stipitatum / Sapuva
6883	20	4,5	20	4,5	20	4,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6884	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6889	15,5	4,5	15,5	4,5	15,5	4,5	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6909	11	2	11	2	11	2	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
6935	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
10834--6944	50	11	50,6	11	50,6	11	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6955	25,1	6	25,6	6	25,6	6	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
6974	19	4	19,1	4	19,1	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10348	6,6	3,5	6,8	3,5	6,8	3,5	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
10457	8	2,3	8,1	2,3	8,1	2,3	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
1366--10338--881	11	3	35,4	6	35,4	6	Machaerium stipitatum / Sapuva
10341--675	43,5	9	43,5	9	43,5	9	Anadenanthera colubrina / Angico-branco
A0649	38,5	8	39,8	8	39,8	8	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A0651	32	7	33,5	7	33,5	7	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
10495--A0680	34	9	34	9	34	9	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
10846--A0979	8	2,8	8	2,8	8	2,8	Machaerium paraguariense / Sapuvão
A0980	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
339--A0981	47	8	51	8	51	8	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1008	9	3	9,3	3	9,3	3	Castela tweedii / Romanzeira
A1023	7,4	3	7,4	3	7,4	3	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1026	17,9	7	17,9	7	17,9	7	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1041	18,9	6	18,9	6	18,9	6	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1042	20,8	7	20,8	7	20,8	7	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1054	9,3	3,5	9,3	3,5	9,3	3,5	Myrocarpus frondosus / Pau-óleo
A1055	23,3	4	23,7	4	23,7	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1088	21,4	6	21,4	6	21,4	6	Tabernaemontana catharinensis / Leitero

10366--A16	11,3	3	11,3	3	11,3	3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
A1651	11	3,5	11	3,5	11	3,5	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
A1652	9,6	4	9,6	4	9,6	4	Machaerium stipitatum / Sapuva
A1653	44,8	8	45,6	8	45,6	8	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
A1654	11,5	4	13,9	4	13,9	4	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A1886--68	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Morta	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A1890	32	7	32	7	32	7	Tabernaemontana catharinensis
A1891--6870	NE	NE	9,3	3	9,3	3	Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato
A2352	6,8	3	6,8	3	6,8	3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo
A2387--6475	16,5	4	MORTA	Morta	MORTA	Morta	Tabernaemontana catharinensis / Leitero
A2389	37,5	10	38,2	10	38,2	10	Tabernaemontana catharinensis
10881	13,5	4	13,5	4	13,5	4	INDETERMINADA
10835	9	3	9	3	9	3	Myrcarpus frondosus / Pau-óleo

RIQUEZA E DOMINÂNCIA TOTAL

Das 58 espécies encontradas, o Leiteiro (*Tabernaemontana catharinensis*) é a que mais se destaca na abundância, com 105 indivíduos, mais não é considerada a espécie dominante, pois sua área basal corresponde a cerca de 8% do total. Com 38 exemplares, a Gurucaia (*Parapiptadenia rígida*), também conhecida como Angico-vermelho pode ser considerada a espécie mais dominante, por apresentar a maior área basal dentre as demais espécie avaliadas - **10,7398 m²** – quase um quarto da área total.

De acordo com a Tabela 7.5.2 é observada uma grande raridade na composição da biodiversidade da flora, 38 espécies possuem uma abundância menor ou igual a 7 indivíduos. Dessas 38 espécies, 18 delas, possuem somente um representante, ou seja, cerca de 30% da riqueza da flora da PCH Cantu 2, é mantida somente com um exemplar de cada espécie (Tabela 7.5.2).

Tabela 7.5.2 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal Total.

Espécie	Nome popular	n° ind.	Area Basal 2018	Area Basal 2019	Area Basal 2020
<i>Albizia niopoides</i>	Farinha-seca	13	1,451	1,3064	1,344
<i>Alchornea triplinervia</i>	Tapiá	1	0,5096	0,5221	0,5376
<i>Allophylus edulis</i>	Chau chau	16	0,1751	0,2106	0,219
<i>Aloysia virgata</i>	Lixeiro	4	0,1015	0,0755	0,088
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico Branco	25	2,1028	2,3108	2,396
<i>Annona cacans</i>	Ariticum-cagão	11	0,2776	0,1856	0,156
<i>Annona emarginata</i>	Ariticum	4	0,0409	0,0406	0,005
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Marfim	1	0	0	0,000
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca	38	0,3656	0,4371	0,427
<i>Boehmeria caudata</i>	Urtiga-mansa	5	0,0191	0,0177	0,007
<i>Cabrlea canjerana</i>	Canjarana	1	0	0	0,000
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba	22	0,5306	0,5909	0,603
<i>Casearia decandra</i>	Guaçatunga	3	0,0386	0,0404	0,047
<i>Casearia sylvestris</i>	Cafezeiro-do-mato	29	1,8326	1,9593	2,018
<i>Castela tweedii</i>	Romanzeira	1	0,0058	0,0064	0,007
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	3	0,0653	0,0822	0,095
<i>Celtis iguanaea</i>	Esporão	2	0,0222	0,0428	0,057

<i>Cestrum intermedium</i>	Fumeirinho	8	0,0464	0,0503	0,031
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguai	2	0,0181	0,0294	0,034
<i>Cordia americana</i>	Guajuvira	1	0,0095	0,0096	0,011
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro	5	1,1245	1,1403	1,165
<i>Cupania vernalis</i>	Camboatã-vermelho	5	0,0763	0,0149	0,023
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i>	Timbó	51	2,0238	2,1518	2,171
<i>Dendropanax cuneatus</i>	Dendropanax cuneatus	1	0,0064	0,0086	0,009
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	1	0,0064	0,0064	0,006
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	Branquilo	12	0,7732	0,7670	0,780
<i>Ligustrum lucidum</i>	Alfeneiro	26	1,4089	3,1292	1,820
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	5	0,0711	0,1001	0,112
<i>Machaerium paraguayense</i>	Sapuvão	38	1,0024	1,0836	1,234
<i>Machaerium stipitatum</i>	Sapuva	68	1,1079	1,1305	1,387
<i>Maclura tinctoria</i>	Tatajuba	1	0,1527	0,1611	0,165
<i>Manihot grahamii</i>	Manihot grahamii	1	0,1261	0,1307	0,000
<i>Maytenus aquifolia</i>	Espinheira-santa	2	0,1272	0,1307	0,040
<i>Melia azedarack</i>	Santa-barbara	4	1,7163	0,2407	0,248
<i>Muelleria campestris</i>	Cigarreira	13	0,1994	0,2176	0,212
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Pau-óleo	29	0,2929	0,3146	0,325
<i>Myrsine umbellata</i>	Capororocão	5	0,1347	0,1646	0,171
<i>Nectandra lanceolata</i>	Canela-amarela	1	0	0	0,000
<i>Nectandra megapotamica</i>	Canela-merda	12	0,0606	0,0912	0,112
<i>Ocotea puberula</i>	Canela-sebo	25	0,8708	0,4138	0,133
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Gurucaia	38	9,6758	10,7398	10,946
<i>Phytolaca dioica</i>	Cebolão	3	4,8212	6,0678	6,068
<i>Piper amalago</i>	Pariparoba	3	0,0211	0,0217	0,023
<i>Pleurothorium dubium</i>	Canafístula	1	0	0	0,000
<i>Pombalia biggibosa</i>	Pombalia biggibosa	7	0,0385	0,0478	0,048
<i>Prockia crucis</i>	Guaipá	6	0,0922	0,1124	0,116
<i>Ruellia breviflora</i>	Ruellia breviflora	6	0,0276	0,0273	0,035
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Marmeleiro	8	0,1136	0,1390	0,152
<i>Seguiera guaranitica</i>	Cipó-umbu	7	0,2272	0,2395	0,253
<i>Solanum compressum</i>	Fumeiro	1	0	0	0,000
<i>Solanum granulosum-leprosum</i>	Fumo bravo	1	0	0	0,000
<i>Soroceae bonplandii</i>	Xinxo	1	0,004	0,0051	0,006

<i>Strychnos brasiliensis</i>	Esporão-de-galo	1	0,0124	0,0124	0,014
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	Leiteiro	105	2,8867	2,9663	3,002
<i>Trema micrantha</i>	Periquiteira	1	0	0	0,000
<i>Vassobia brevifoli</i>	Café-de-bugre	2	0,1523	0,0920	0,103
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	Mamica	1	0,0392	0,0396	0,040
Total Geral	Riqueza = 57	687	37,006	39,6972	39,329

RIQUEZA E DOMINÂNCIA PARCELAS

Parcela MD-01:

Esta parcela possui uma riqueza igual a 17 espécies distribuídas em 49 árvores (Tabela 7.5.3). O Chau chau (*Allophylus edulis*) tem a maior abundância de indivíduos, 9 ao todo. Contudo, mesmo possuindo menor número de exemplares, a espécie dominante segue sendo o Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*) com a maior área basal ocupando cerca de 65% da área.

Tabela 7.5.3 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela MD01.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
<i>Albizia niopoides</i> / Farinha-Seca	1	0,0196
<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau	1	0,0167
<i>Balfourodendron riedelianum</i> / Marfim	9	0,1218
<i>Bauhinia forficata</i> / Pata de Vaca	1	0,0000
<i>Cabralea canjerana</i> / Canjarana	2	0,0182
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba	1	0,0000
<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato	5	0,0563
<i>Cestrum intermedium</i> /	2	0,3398
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> / Aguaí	1	0,0088
<i>Cupania vernalis</i> / Camboatã Vermelho	2	0,0337
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	3	0,0000
<i>Maytenus aquifolia</i> / Espinheira-santa	4	1,1272
<i>Nectandra megapotamica</i>	1	0,0478
<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho	1	0,0054
<i>Pombalia biggibosa</i> / ***	4	3,2251
<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro	5	0,0262
<i>Seguiera guaranitica</i> / Cipó-umbu	6	0,1377
Total Geral	1	0,0478

PARCELA MD-02:

Essa parcela possui 43 indivíduos, distribuídos em 17 espécies (Tabela 7.5.4). *Albizia niopoides* (Farinha-seca) ocupa mais de 65% da área basal total e é representada por somente dois indivíduos de grande porte, sendo assim, considerada a espécie dominante da parcela.

Tabela 7.5.4 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela MD02.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
<i>Albizia niopoides</i> / Farinha-Seca	2	1,280
<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau	1	0,011
<i>Annona emarginata</i> / Ariticum	1	0,000
<i>Bauhinia forficata</i> / Pata de Vaca	1	0,000
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba	2	0,085
<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato	1	0,000
<i>Cestrum intermedium</i> /	1	0,000
<i>Cordia trichotoma</i> / Louro	3	0,060
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	4	0,074
<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão	3	0,142
<i>Muellera campestris</i> / Cigarreira	1	0,004
<i>Myrocarpus frondosus</i> / Cabriúva	1	0,011
<i>Parapiptadenia rigida</i> / Angico Vermelho	2	0,022
<i>Piper amalago</i> / Pariparoba	2	0,016
<i>Prockia crucis</i> / Guaipá	6	0,116
<i>Ruellia breviflora</i>	6	0,035
<i>Seguiera guaranitica</i> / Cipó-umbu	6	0,205
Total Geral	43	2,059

PARCELA MD-03:

Apresenta 53 indivíduos distribuídos em 20 espécies (Tabela 7.5.5). O Sapuvão (*Machaerium paraguariense*), mesmo com somente 10 indivíduos analisados, possui uma área basal igual a 0,2863 m², ocupando cerca de 10% do total da parcela, não sendo considerada a espécie dominante. A Guruaia (*Parapiptadenia rígida*) com somente dois indivíduos passa a ser a espécie de maior dominância, ocupando cerca 22% da área basal desta unidade amostral.

Tabela 7.5.5 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela MD03.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Rótulos de Linha	Contagem de Espécie / Nome Vulgar	Soma de AB nov-20
Indeterminadas	1	0,044
Alchornea triplinervia / Tapiá	1	0,538
Allophylus edulis / Chau chau	2	0,030
Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba	7	0,238
Casearia decandra / Guaçatunga	3	0,047
Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato	3	0,440
Cedrela fissilis / Cedro	1	0,006
Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó	3	0,091
Dendropanax cuneatus / ***	1	0,009
Luehea divaricata / Açoita-cavalo	2	0,033
Machaerium paraguariense / Sapuvão	10	0,300
Machaerium stipitatum / Sapuva	5	0,036
Maclura tinctoria / Tatajuba	1	0,165
MARMELEIRO - CONFERIR	1	0,040
Myrsine umbellata / Capororocão	5	0,171
Ocotea puberula / Canela-sebo	3	0,041
Parapiptadenia rigida / Angico Vermelho	2	0,625
Piper amalago / Pariparoba	1	0,007
Solanum compressum / ***	1	0,000
Sorocea bonplandii	1	0,006
Total Geral	54	2,868

PARCELA MD-04:

Nessa parcela temos uma riqueza igual a 15 espécies, distribuídas em 51 indivíduos vivos e mortos (Tabela 7.5.6). Entre os anos de 2018 e 2019 foi constatada uma alta taxa de mortalidade nesta unidade amostral, o que diminuiu consideravelmente o valor total da sua área basal, que se manteve praticamente estacionada durante o ano de 2020.

Tabela 7.5.6 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela MD04.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Albizia niopoides / Farinha-Seca	9	0,047
Aloysia virgata / Lixeira	2	0,077
Anadenanthera colubrina / Angico Branco	8	0,109
Bauhinia forficata / Pata de Vaca	13	0,089

Boehmeria caudata / Urtiga-mansa	2	0,000
Cedrela fissilis / Cedro	2	0,089
Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó	5	0,033
Machaerium stipitatum / Sapuva	1	0,012
Manihot grahamii	1	0,000
Muellera campestris / Cigarreira	1	0,007
Myrcarpus frondosus / Cabriúva	2	0,007
Ocotea puberula / Canela-sebo	1	0,000
Parapiptadenia rigida / Angico Vermelho	2	0,002
Tabernaemontana catharinensis / Leiteiro	1	0,039
Zanthoxylum petiolare	1	0,040
Total Geral	51	0,552

PARCELA MD-05:

Esta parcela possui 60 indivíduos arbóreos, e riqueza igual a 14 espécies (Tabela 7.5.7). Esta parcela diferencia-se da demais por apresentar um exemplar de *Phytolaca dioica* (ceboleiro) que ocupa cerca de 40% da área basal total. Já a espécie *Tabernaemontana catharinensis* (leiteiro) constitui a maior população da presente parcela com 19 indivíduos.

Tabela 7.5.7 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela MD05.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Anadenanthera colubrina / Angico Branco	8	1,483
Annona cacans / Ariticum	1	0,000
Annona emarginata / Ariticum	2	0,005
Campomanesia xanthocarpa / Guabiroba	3	0,035
Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato	6	0,029
Cestrum intermedium /	2	0,000
Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó	7	0,218
Jacaranda micrantha / Caroba	1	0,011
Melia azedarack / Santa Bárbara	2	0,000
Parapiptadenia rigida / Angico Vermelho	5	2,611
Phytolaca dioica / Cebolão	1	5,256
Strychnos brasiliensis / Esporão-de-galo	1	0,014
Tabernaemontana catharinensis / Leiteiro	19	0,444
Vassobia brevifolia / Café-de-bugre	2	0,103
Total Geral	60	10,210

PARCELA MD-06:

Parcela de maior abundância e maior riqueza da margem direita do reservatório da PCH Cantu 2 (Tabela 7.5.8), com um total 120 indivíduos distribuídos em 20 espécies. A espécie exótica *Ligustrum lucidum* (Alfeneiro) possui a maior população, com 26 indivíduos, e pode ser considerada a espécie mais dominante, por ocupar quase a metade da área basal da parcela.

Tabela 7.5.8 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela MD06.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Indeterminadas	3	0,052
Albizia niopoides / Farinha-Seca	1	0,000
Allophylus edulis / Chau chau	2	0,037
Annona emarginata / Ariticum	1	0,000
Bauhinia forficata / Pata de Vaca	8	0,135
Boehmeria caudata / Urtiga-mansa	1	0,007
Cestrum intermedium /	2	0,000
Cupania vernalis / Camboatã Vermelho	1	0,011
Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó	18	0,169
Ligustrum lucidum / Alfeneiro	26	1,820
Luehea divaricata / Açoita-cavalo	3	0,079
Meliz azedarak / Santa-barbara	1	0,248
Muellera campestris / Cigarreira	1	0,000
Nectandra megapotamica	10	0,074
Ocotea puberula / Canela-sebo	19	0,069
Parapiptadenia rigida / Angico Vermelho	7	0,361
Phytolaca dioica / Cebolão	1	0,000
Solanum granulosum-leprosum / Fumo-bravo	1	0,000
Tabernaemontana catharinensis / Leiteiro	13	0,409
Trema micrantha / Piriquiteira	1	0,000
Total Geral	120	3,471

PARCELA ME-01:

Com riqueza igual a 15 espécies, esta parcela contabilizou na última campanha de monitoramento um total de 71 exemplares arbóreos (Tabela 7.5.9). A espécie *Tabernaemontana catharinensis* (Leiteiro), possui cerca de 1/3 dos indivíduos da parcela, entretanto ocupa somente cerca de 9% da área basal. Já a espécie mais dominante segue sendo a *Parapiptadenia rígida* (Gurucaia), com

uma população de 8 indivíduos, e área basal de 1,6181 m², ocupando cerca de 45% da área.

Tabela 7.5.9 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela ME01.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Indeterminada	1	0,008
Aloysia virgata / Lixeira	1	0,011
Anadenanthera colubrina / Angico Branco	5	0,488
Annona cacans / Ariticum	7	0,115
Bauhinia forficata / Pata de Vaca	12	0,092
Boehmeria caudata / Urtiga-mansa	2	0,000
Casearia sylvestris / Cafezeiro-do-mato	1	0,019
Celtis iguanaea / Esporão	2	0,057
Cestrum intermedium /	2	0,022
Cordia trichotoma / Louro	1	0,170
Dahlstedtia muehlbergiana / Timbó	2	0,134
Nectandra megapotamica	1	0,032
Ocotea puberula / Canela-sebo	2	0,024
Parapiptadenia rigida / Angico Vermelho	8	1,651
Tabernaemontana catharinensis / Leiteiro	24	0,397
Total Geral	71	3,221

PARCELA ME-02:

A parcela ME-03 tem uma riqueza de 13 espécies com 111 indivíduos no total (Tabela 7.5.10). Sendo a espécie *Machaerium stipitatum* (sapuva) a espécie de maior importância tanto em dominância, com uma área basal de 1,1224, quanto em número de indivíduos (54) correspondendo a 48% do total de indivíduos da parcela.

Tabela 7.5.10 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela ME02.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Indeterminadas	1	0,037127665
Aloysia virgata / Lixeira	1	0
Anadenanthera colubrina / Angico Branco	2	0,061520547
Bauhinia forficata / Pata de Vaca	1	0,014502994
Cupania vernalis / Camboatã Vermelho	1	0,011650938
Eugenia uniflora / Pitanga	1	0,006445775
Gymnanthes klotzschiana / Branquilho	12	0,779931637
Machaerium paraguariense / Sapuvão	23	0,590740973
Machaerium stipitatum / Sapuva	54	1,122472067

Muelleria campestris / Cigarreira	10	0,201513235
Myrocarpus frondosus / Cabriúva	2	0,022368431
Parapiptadenia rígida / Angico Vermelho	2	0,878711152
Phytolaca dioica / Cebolão	1	0,811769787
Total Geral	111	4,538755202

PARCELA ME-03:

Possui um total de 35 indivíduos distribuídos em 13 espécies (Tabela 7.5.11). A espécie dominante nesta parcela segue sendo a *Parapiptadenia rígida* (Gurucaia) com 6 indivíduos e mais de 50% da área basal da parcela.

Tabela 7.5.11 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela ME03.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau	1	0,015820797
<i>Bauhinia forficata</i> / Pata de Vaca	1	0,078460204
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba	4	0,183685494
<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato	6	0,103945685
<i>Cordia americana</i> / Guajuvira	1	0,010524121
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> / Timbó	8	0,325438436
<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão	1	0,196563517
<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	2	0,04708599
<i>Maytenus aquifolia</i> / Espinheira-santa	1	0,091451226
<i>Parapiptadenia rígida</i> / Gurucaia	6	1,570200387
<i>Plethrorforium dubium</i> / Canafístula	1	0
<i>Pombalia biggibosa</i> / ***	2	0,021601305
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leiteiro	1	0
Total Geral	35	2,644777161

PARCELA ME-04:

A Parcela ME-04 apresentou riqueza igual a 14 espécies distribuídas em 104 indivíduos (Tabela 7.5.12), sendo o Leiteiro (*Tabernaemontana catharinensis*) a espécie de maior dominância com cerca de 40% da área basal total e maior população da parcela com 47 indivíduos.

Tabela 7.5.12 - Riqueza de espécies, número de indivíduos e área basal da parcela ME04.

Espécie / Nome Popular	Número de Indivíduos	Área Basal
Indeterminadas	1	0,014502994
<i>Allophylus edulis</i> / Chau chau	1	0,004596395
<i>Anadenanthera colubrina</i> / Angico Branco	2	0,254286627
<i>Annona cacans</i> / Ariticum	3	0,041005475
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> / Guabiroba	1	0,004476233
<i>Casearia sylvestris</i> / Cafezeiro-do-mato	10	1,085630881
<i>Castela tweedii</i> / Romanzeira	1	0,006882656
<i>Cordia trichotoma</i> / Louro	1	0,935079854
<i>Machaerium paraguariense</i> / Sapuvão	1	0,005092958
<i>Machaerium stipitatum</i> / Sapuva	10	0,169784106
<i>Myrocarpus frondosus</i> / Cabriúva	24	0,284623151
<i>Nectandra lanceolata</i> / Canela-amarela	1	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> / Marmeleiro	1	0,014288931
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> / Leitero	47	1,712137948
Total Geral	104	4,532388209

ÁREA BASAL

Durante as análises nas 10 parcelas de monitoramento da flora, no ano de 2020, somente a parcela MD-06 não obteve um crescimento da sua área basal (Figura 7.5.13). Entretanto, se comparamos com os dados obtidos em todas as campanhas anteriores (Figura 7.5.14), e desconsiderando os dados pontuais de mortalidade, somente a parcela MD-04 não apresentou um quadro crescente no incremento da sua biomassa, as demais parcelas apresentam-se em crescimento moderado e constante.

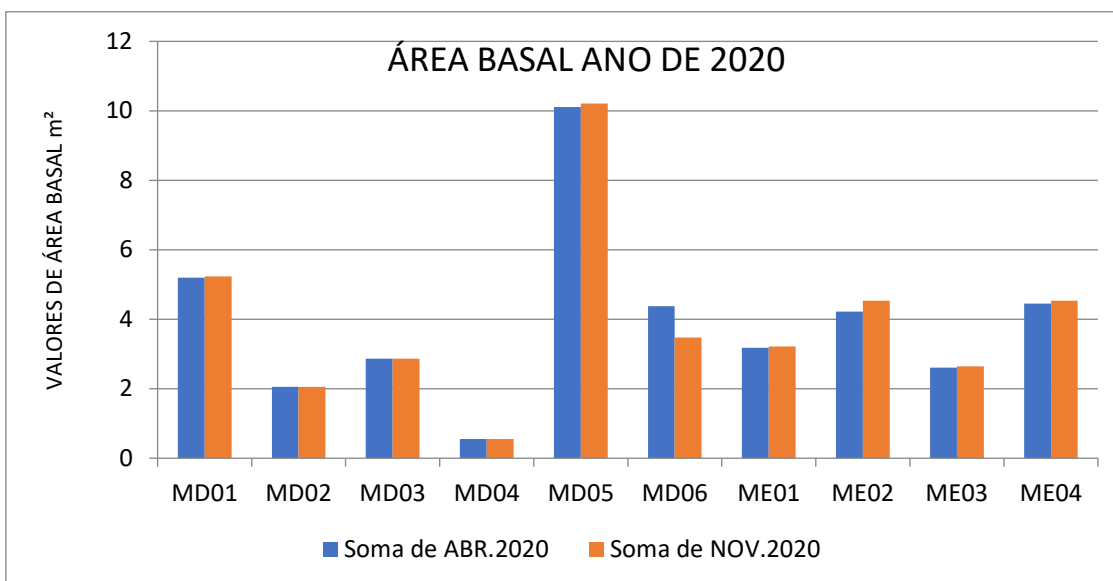


Figura 7.5.13 - Valores em m² de área basal das duas campanhas de monitoramento do ano de 2020.

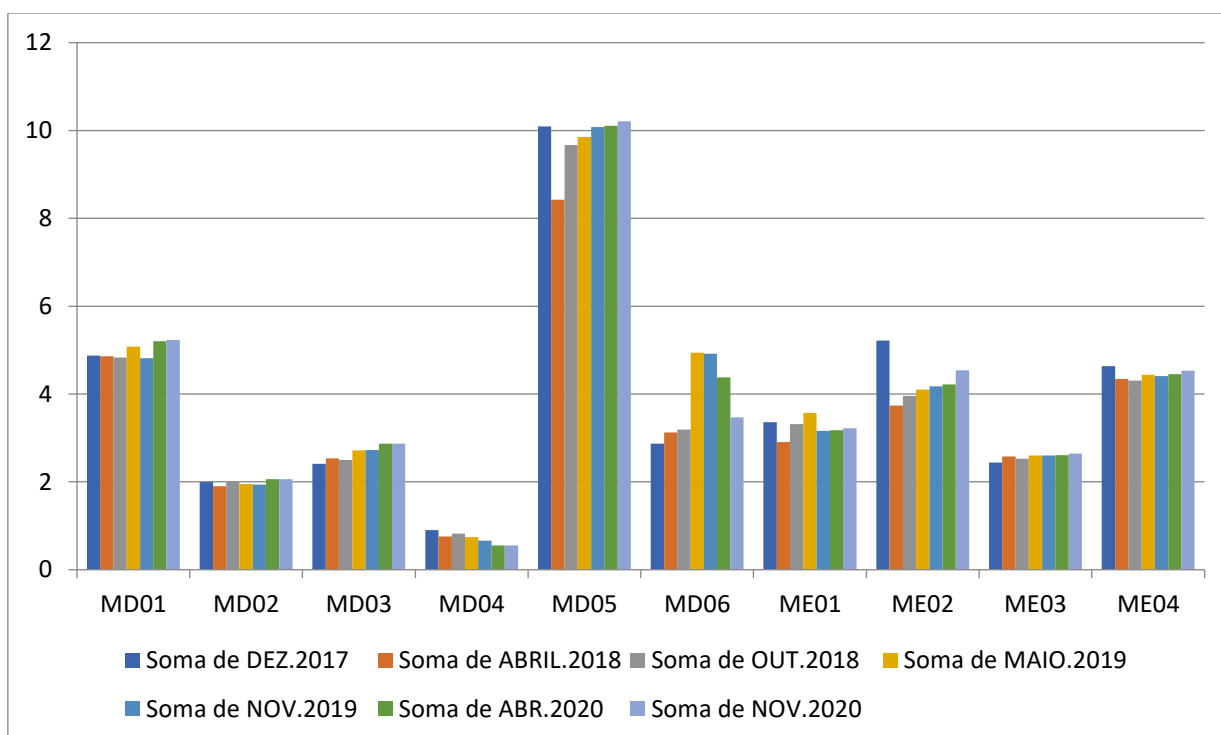


Figura 7.5.14 - Valores em m² de área basal entre os anos de 2017 e 2020.

A Parcela MD-04 foi a única parcela que efetivamente apresentou um decréscimo contínuo de biomassa durante todo, embora também oscilando discretamente entre valores positivos e negativos em relação a sua area basal.

Entre a campanha de dezembro de 2017 e a última do ano de 2020 é encontrada a seguinte situação: as parcelas MD-01; MD-03; MD-06 e ME-03 apresentaram um incremento efetivo na sua biomassa. As parcelas MD-04; ME-02 apresentaram perdas significativas de biomassa, vinculada diretamente à mortalidade natural pontual de alguns de seus indivíduos. Já as demais parcelas, apresentaram-se praticamente estáveis com crescimento discreto e pouco significativo.

Os valores de área basal, calculados a partir da obtenção do CAP, por ponto e campanha, podem ser visualizados na tabela 7.5.15.

Tabela 7.5.15 - Valores de área basal em m² por parcela amostral e período de amostragem.

PARCELAS	PERÍODO DE AMOSTRAGEM						
	DEZ.2017	ABRIL.2018	OUT.2018	MAIO.2019	NOV.2019	ABR.2020	NOV.2020
	ÁREA BASAL m ²						
MD01	4,8779	4,8605	4,8317	5,0775	4,8169	5,20	5,23
MD02	1,9947	1,9044	2,0012	1,9522	1,9359	2,06	2,059
MD03	2,4098	2,5321	2,4956	2,7200	2,7211	3	2,868
MD04	0,9047	0,7599	0,8227	0,7439	0,6593	0,55	0,55
MD05	10,090	8,426	9,671	9,8550	10,075	10,11	10,21
MD06	2,8704	3,1269	3,1875	4,9421	4,9153	4,38	3,471
ME01	3,3587	2,9075	3,3175	3,5709	3,1620	3,18	3,221
ME02	5,2198	3,7390	3,9575	4,1006	4,1749	4,22	4,53
ME03	2,4422	2,5784	2,5246	2,6032	2,5995	2,61	2,644
ME04	4,6353	4,3419	4,3030	4,4350	4,4054	4,45	4,532

MORTALIDADE E NATALIDADE

As taxa de natalidade considera o recrutamento de indivíduos arbóreos somente no interior das unidades amostrais com mais de 2 metros de altura e circunferência a altura do peito igual ou maior que 5 cm. Desta forma, destaca-se o recrutamento de 35 indivíduos no ano de 2019 para somente 7 no ano de 2020.

Em contrapartida, somente no ano de 2019 foram contabilizados 110 indivíduos mortos no ano de 2019 contra 29 no ano de 2020, embora, muitos

destes dados avaliados como mortalidade, estão vinculados apenas a perfilhos e não ao indivíduo como um todo. A espécie que apresentou a maior mortalidade foi a *Tabernaemontana catharinensis* (Leitero), contudo, esta espécie pioneira tem um ciclo de vida bastante curto.

Na tabela abaixo são apresentados os dados de mortalidade e natalidade durante os anos de 2019 e 2020 por parcela da flora.

Tabela 7.5.16 - Exemplares mortos e recrutados identificados durante as campanhas de 2019 e 2020.

Parcelas	Ind. mortos Maio 2019	Ind. Mortos Nov 2019	Recrutados Maio 2019	Recrutados Nov 2019	Ind. mortos Maio 2020	Ind. mortos Nov 2020	Recrutados Abr 2020	Recrutados Nov 2020
MD1	3	5	3	0	5	0	0	3
MD2	1	1	1	2	0	0	0	0
MD3	2	2	1	1	0	0	0	1
MD4	8	8	1	0	3	0	0	1
MD5	5	6	0	0	1	0	0	0
MD6	12	12	5	7	2	2	0	0
ME1	4	5	6	4	3	3	0	1
ME2	7	9	0	2	0	5	0	1
ME3	2	2	0	0	2	1	0	0
ME4	7	9	2	0	2	0	0	0
Total Geral	51	59	20	15	18	11	0	7

7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre o final de 2017 e o início de 2018, foi registrada uma grande perda de biomassa nas parcelas de Monitoramento da Flora. Em outubro de 2017, houve um período de uma grande cheia na região, a maior desde o início da operação do empreendimento, que provocou uma elevação atípica dos níveis da água no reservatório da PCH Cantu 2, subindo até a cota 418,73. O nível normal é cotado em 415,00, ou seja, um aumento repentino de 3,73 metros. Esse evento promoveu o encharcamento das raízes e o impedimento temporário das funções fisiológicas de algumas plantas, sobretudo as menos tolerantes a alagamentos,

o que pode ter relação direta no aumento das taxas de mortalidade nesse período.

A parcela ME-02 que apresentou entre os anos de 2017 e 2018 a maior perda em biomassa das unidades amostradas, é também a mais próxima ao barramento, portanto, sofre maior influenciada da oscilação dos níveis d'água do reservatório, fator que pode estar diretamente ligado a esta constatação.

As altas taxas de mortalidade dos indivíduos amostrados, bem como a baixa taxa de recrutamento de novos indivíduos nas unidades amostrais do presente estudo, podem estar diretamente relacionadas ao pastejo do gado. Rastros destes animais foram evidenciados no interior das parcelas: MD4, MD5, ME3 e ME04 durante as campanhas de outubro de 2018 e novembro de 2020.

Analisando individualmente os exemplares arbóreos amostrados, nota-se que estes praticamente não apresentaram decréscimo em relação a sua biomassa. Este decréscimo identificado no presente estudo está diretamente vinculado à mortalidade pontual de alguns exemplares, ou mesmo devido a alguns não terem sido encontrados durante as campanhas.

Os dados de mortalidade apresentados no presente estudo, podem estar vinculados à mudanças na nova dinâmica florestal, sobretudo nas áreas limítrofes do reservatório da PCH Cantu 2, áreas diretamente impactadas pelas alteração ambientais provenientes da formação do lago artificial, como por exemplo, o aumento da luminosidade nestas novas áreas de borda (onde anteriormente se tratavam de interior de remanescente florestal), bem como o aumento no nível do lençol freático nestas áreas, resultando em uma nova estruturação das espécies de plantas com maior adaptabilidade e tolerância a ambientes com maior aporte de água próximo as raízes. Ou seja, este maior grau de hidromorfismo do solo, sobretudo na mata ciliar ao reservatório, favorece espécies hidrófilas e higrófilas, desfavorecendo eventuais espécies mesófilas remanescentes nesta faixa.

Das 57 espécies florestais encontradas no reservatório da PCH Cantu 2, somente 3 espécies são consideradas raras, de acordo com a Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Paraná (IAP, 2008) são elas:

Balfourodendron riedelianum (Marfim); *Machaerium paraguariense* (Sapuvão) e o *Myrocarpus frondosus* (Pau-óleo).

8 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

8.1 JUSTIFICATIVA

O presente programa se justifica como uma ferramenta para traçar um diagnóstico da ictiofauna do rio Cantu e, assim, estabelecer estratégias de conservação dos elementos aquáticos, ao mesmo tempo em que possibilita criar condições para avaliar o sucesso das medidas de mitigação e compensação a serem executadas pelo empreendedor e, se necessário, criar condições de ajustes que permitam a melhoria do ambiente aquático.

8.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste programa é:

- Caracterizar a estrutura da comunidade de peixes do rio Cantu e de seus afluentes, na AID do empreendimento, obtendo informações relevantes sobre a ecologia das espécies mais frequentes.

Os objetivos específicos são:

- Realizar o levantamento quali-quantitativo da ictiofauna;
- Identificar e relacionar as espécies com os diferentes ambientes existentes;
- Caracterizar os aspectos básicos da estrutura e dinâmica das espécies mais abundantes;
- Estudar o processo de sucessão ecológica das populações no reservatório e a jusante do mesmo;
- Determinar os índices de diversidade e equitabilidade;
- Caracterizar os habitats e áreas de reprodução;
- Realizar estudos do comportamento reprodutivo das principais espécies;
- Fornecer subsídios para a definição da necessidade ou não de se implantar um sistema de transposição de peixes.

8.3 ATIVIDADES REALIZADAS

Entre os dias 5 e 8 de outubro de 2020 foi realizada campanha de monitoramento da ictiofauna.

O ANEXO I apresenta o relatório do Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

8.3.1 Áreas Amostrais

Foram estabelecidos cinco pontos de amostragem de limnologia, qualidade da água e ictiofauna na área de influência do reservatório, sendo: 1) Montante (MON): entre as cidades de Nova Cantu e Palmital; 2) Reservatório (RES): local onde está formado o reservatório e próximo da barragem; 3) Trecho de Vazão Reduzida (TVR): entre Nova Cantu e Laranjal; 4) Jusante (JUS): situado abaixo da saída de água das turbinas; e 5) Rio Branco (BCO): entre os municípios de Laranjal e Palmital, no trecho lótico.

- **Montante**

O local Montante está compreendido entre os municípios de Nova Cantu e Palmital, nas coordenadas 24°42'45,87"S/52°25'29,06"W. Por se tratar do final do reservatório, as corredeiras que antes limitavam a navegação foram encobertas, facilitando o acesso à montante onde se localiza o tributário rio Azul que faz divisa entre os municípios de Nova Cantu e Roncador, à partir deste ponto o rio Cantu volta a ter caráter lótico, onde a coleta foi realizada. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa, principalmente na margem esquerda, onde o declive é mais acentuado. No entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 8.3.1.1).



Figura 8.3.1.1 – Vista panorâmica do local de amostragem Montante (**MON**) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Reservatório**

Localizado entre os municípios de Nova Cantu e Palmital ($24^{\circ}44'42,75''S/52^{\circ}26'06,3''W$), o local sofre influência direta do barramento do rio Cantu, apresentando água lântica, com profundidade mais acentuada devido à formação do reservatório. No entorno propriedades que exercem atividades de pecuária e agricultura estão presentes (Figura 8.3.1.2).



Figura 8.3.1.2 – Vista panorâmica do local de amostragem Reservatório (**RES**) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Trecho de Vazão Reduzida**

É o local compreendido entre o eixo da barragem e a saída da água das turbinas da PCH Cantu 2, entre os municípios de Nova Cantu e Laranjal nas

coordenadas 24°45'6,87"S/52°28'16,76"W. É uma região de declive acentuado entre duas corredeiras. O local está situado logo abaixo da barragem. O entorno apresenta propriedades que desenvolvem atividades de pecuária e agricultura nas duas margens (Figura 8.3.1.3).



Figura 8.3.1.3 – Vista panorâmica do local de amostragem Trecho de Vazão Reduzida (**TVR**), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Jusante**

O local jusante está situado nas coordenadas 24°45'3,00"S/52°29'33,2"W, aproximadamente 6,0 km a jusante da casa de força. Apresenta as mesmas características físicas dos locais anteriores, com a vegetação marginal presente em aproximadamente 30 m de largura, fundo rochoso e remanso. No entorno atividades agrícola e de pecuária estão presentes (Figura 8.3.1.4).



Figura 8.3.1.4 – Vista panorâmica do local de amostragem Jusante (**JUS**) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Rio Branco**

O rio Branco está situado na margem esquerda do rio Cantu, faz divisa entre os municípios de Laranjal e Palmital, o ponto de amostragem está localizado nas coordenadas 24°45'57,1"S/52°25'49,5"W, e situa-se no trecho lótico logo acima do reservatório. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa. No entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 8.3.1.5).



Figura 8.3.1.5 – Vista panorâmica do local rio Branco (**BCO**), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

8.3.2 Metodologia

Para o monitoramento ictiofaunístico foram utilizados diversos aparelhos de pesca e métodos, entre eles: redes de espera de malha simples (2,4 a 16 cm de entre nós) e feiticeiras (6 a 8 cm), com 10 metros de comprimento cada, espinhéis (com 30 anzóis), covos, tarrafas e arrasto (quando possível).

No reservatório, as redes de espera foram instaladas em três estratos: margem, superfície e fundo. Os aparelhos de pesca foram instalados às 16 horas, revistados às 22 horas e retirados às 8 horas do dia seguinte

Após as capturas, os peixes foram eutanasiados em solução de benzocaína (250 mg/L) e acondicionados em sacos plásticos etiquetados quanto ao local, horário e aparelho de pesca, sendo fixados em formol 10% e mantidos em tambores plásticos para posterior análise.

Em laboratório, os peixes serão identificados segundo Ota et al. (2018) e alguns exemplares de cada espécie serão depositados na coleção de ictiologia do Grupo de

Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia - GERPEL, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

O enquadramento taxonômico das espécies foi baseado na classificação proposta por Van der Laan (2014). De cada indivíduo, foram obtidos o comprimento total e padrão, peso, sexo, grau de repleção estomacal (GR) e estágio de maturação gonadal.

As espécies capturadas foram agrupadas de acordo com suas estratégias reprodutivas, sendo migradores de longa distância (MIG), sedentárias ou migradoras de curta distância sem cuidado parental (SSC), sedentárias ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) e sedentárias ou não migradoras com fecundação interna (SFI), conforme Suzuki et al. (2004). As espécies cuja estratégia reprodutiva não está disponível na literatura foram enquadradas na categoria, sem informação (SI).

Para fins de análise, a abundância das espécies foi indexada pela captura por unidade de esforço (CPUE) em número (número de indivíduos por 1000 m² de rede em 16 horas) e peso (kg por 1000 m² de rede em 16 horas) (King, 1995), para cada local de amostragem e por estratégia reprodutiva em cada local. As abundâncias (em número de indivíduos) das espécies mais capturadas foram plotadas em gráficos para avaliar as variações espaciais e temporais.

Os atributos da assembleia de peixes foram expressos pela riqueza (número) de espécies, a equitabilidade e o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988), que foram calculados para cada local em separado utilizando o software Pc-Ord 4.0 (McCune & Mefford, 1999). O índice de Shannon (H') foi obtido pela equação:

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

Onde: S = número de espécies, e;

pi = proporção da espécie i.

A equitabilidade (E) foi calculada de acordo com a expressão:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde: H' = índice de diversidade de Shannon, e;

S = número de espécies.

A estrutura geral das populações será avaliada por meio dos valores médios (desvios padrões), mínimos e máximos do comprimento padrão para as espécies capturadas. Além disso, será obtido o histograma das classes de comprimento padrão para avaliar a distribuição geral de tamanho dos peixes amostrados.

O hábito alimentar das espécies de peixes será definido de acordo com Hahn et al. (1997 e 2004). Para a análise reprodutiva, os indivíduos serão classificados de acordo com o estágio de desenvolvimento gonadal em: Imaturo, Maturação, Reprodução e Repouso (Vazzoler, 1996). As frequências de ocorrência em cada estágio serão computadas em separado para cada grupo de estratégia reprodutiva.

Para estabelecer as diferenças na abundância da ictiofauna entre os locais e meses de amostragem, os dados de abundância foram sumarizados através da análise de componentes principais (PCA), sendo retidos para posterior análise os componentes que apresentaram autovalores maiores que 1,0 (critério de Kaiser-Guttman) (Jackson, 1993). Os procedimentos para realização e interpretação dos resultados seguem as recomendações de McCune & Grace (2002), sendo utilizado o software Pc-Ord 5.0® (McCune & Mefford, 2006).



Figura 8.3.2.1 – Aplicação dos apetrechos de pesca: redes de espera (A) e espínhel (B) nos locais amostrados em 2019, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2



Figura 8.3.2.2 – Aplicação dos apetrechos de pesca: tarrafa (A e B), covo (C) e arrasto (D) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

8.3.3 Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos para a assembleia de peixes nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

- Levantamento ictiofaunístico**

Durante a amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, nos cinco locais de coleta, foram capturados 2.156 indivíduos, sendo a maior ocorrência no local Reservatório (RES) com 896 indivíduos, seguido do rio Branco (BCO; 494 indivíduos), Jusante (JUS; 301 indivíduos), Montante (MON; 294 indivíduos) e Trecho de Vazão Reduzida (TVR; 171 indivíduos). Foram registradas 50 espécies de peixes, distribuídas em quatro ordens e 14 famílias (Tabela 8.3.3.1).

Tabela 8.3.3.1 – Enquadramento das espécies de peixes (segundo Van der Lann, 2017) capturadas nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
Characiformes					
Anostomidae					
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski, 1987	X	X	X	X	X
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	X	X	X	X	
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)		X			
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	X	X	X	X	X
Erythrinidae					
<i>Hoplias mbigua</i> Azpelicueta, Benítez, Aichino & Mendez 2015		X		X	
<i>Hoplias</i> sp. 2	X	X	X	X	X
Acestrorhynchidae					
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)	X	X	X	X	X
Characidae					
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	X	X	X	X	X
<i>Bryconamericus coeruleus</i> Jerep & Shibatta, 2017			X		

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
<i>Bryconamericus aff. iheringii</i> (Boulenger, 1887)		X	X	X	X
<i>Galeocharax gulo</i> (Cope 1870)	X	X		X	X
<i>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983	X	X	X	X	
<i>Oligosarcus pintoii</i> Amaral Campos 1945				X	
<i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann, 1908)		X	X	X	
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867		X	X		
<i>Psalidodon aff. bockmanni</i> Vari & Castro, 2007					X
<i>Psalidodon aff. fasciatus</i> (Cuvier, 1819)				X	
<i>Roeboides descalvadensis</i> Fowler, 1932				X	
<i>Serrapinnus</i> sp. 1	X	X		X	X
Prochilodontidae					
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)				X	
Serrasalminidae					
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858		X			X
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1837	X	X			X
Curimatidae					
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)		X	X	X	X
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	X	X	X	X	X
<i>Steindachnerina brevipinna</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889				X	
Parodontidae					
<i>Apareiodon piracicabae</i> Eigenmann, 1907)	X	X	X	X	X
<i>Parodon nasus</i> Kner, 1859				X	
Siluriformes					
Loricariidae					
<i>Ancistrus</i> sp.			X		
<i>Hypostomus albopunctatus</i> (Regan, 1908)		X	X		

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering 1911)				X	
<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes, 1836	X			X	
<i>Hypostomus</i> cf. <i>nigromaculatus</i> (Schubart, 1967)				X	
<i>Hypostomus</i> cf. <i>paulinus</i> (Iheringi, 1905)	X	X	X	X	X
<i>Hypostomus</i> cf. <i>regani</i> (Ihering, 1905)		X	X		
<i>Hypostomus</i> cf. <i>strigaticeps</i> (Regan, 1908)		X	X		X
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen, 1979				X	
Pimelodidae					
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1864)	X	X			
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner, 1877	X		X	X	
<i>Pimelodus paranaensis</i> Britski & Langeani 1988			X		
Auchenipteridae					
<i>Tatia neivai</i> (Ihering, 1930)				X	
Heptapteridae					
<i>Rhamdia</i> aff. <i>quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)			X		X
Cichliformes					
Cichlidae					
<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)		X		X	
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982				X	
<i>Crenicichla</i> sp.		X	X	X	X
<i>Crenicichla jaguarensis</i> Haseman, 1911			X	X	
<i>Geophagus iporangensis</i> (Haseman, 1911)		X		X	X
Gymnotiformes					
Gymnotidae					
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)			X		
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999				X	

O predomínio de Characiformes e Siluriformes na área de influência da PCH Cantu 2 corrobora os resultados encontrados por outros autores para a região Neotropical (Lowe-McConnell, 1999; Shibatta et al., 2002; Gubiani, 2006), sendo que estes autores relatam que estas ordens são de maior representatividade na ictiofauna de sistemas fluviais sul-americanos, com leve superioridade de Characiformes.

A espécie *Coptodon rendalli* (tilápia) é considerada invasora à bacia do alto rio Paraná e utilizada na piscicultura. No mês de outubro foi capturada uma espécie que não havia sido registrada durante o monitoramento da ictiofauna, trata-se de *Bryconamericus coeruleus*, uma espécie nativa da bacia do rio Piquiri, que foi descrita no ano de 2017.

- **Estratégia reprodutiva**

Na área de influência da PCH Cantu 2 foram capturadas duas espécies classificadas como migradoras de longa distância (MIG) (Suzuki et al., 2004), *Megaleporinus obtusidens* e *Prochilodus lineatus*. Estas espécies totalizaram apenas três indivíduos que representaram 0,14% do total de indivíduos capturados. As espécies definidas como sedentárias ou migradoras de curta distância sem cuidado parental (SSC) foram as mais abundantes com 25 espécies, representando 86,92% do total de exemplares, seguidas das espécies sedentárias ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) que totalizaram 17 espécies e representaram 9,37% do total e três espécies sem informação na literatura (SI) que representou 3,15% dos indivíduos amostrados e uma espécie (*Tatia neivai*) que apresenta características de espécie sedentária ou migradora de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo (SFIE) e representou 0,42% do total de exemplares capturados (Figura 8.3.3.3).

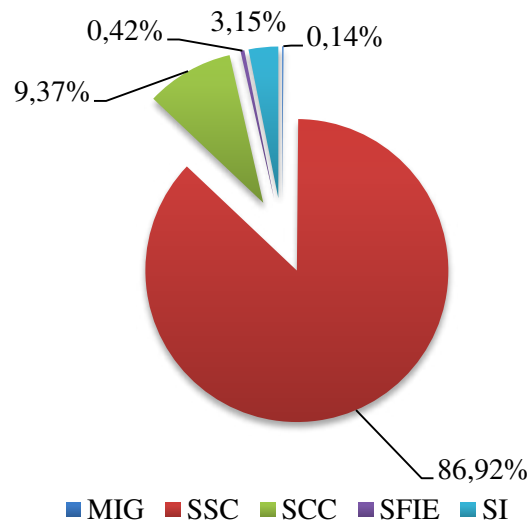


Figura 8.3.3.3 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu nos meses de maio e outubro de 2020.

A Figura 8.3.3.4 mostra que entre os locais o predomínio de espécies sedentárias ou migradoras de curta distância sem cuidado parental confirma o padrão mostrado anteriormente, destaca-se o TVR que devido as características do ambiente ocorre a grande captura de exemplares de loricarídeos (cascudos), que costumam ser mais abundantes em locais rochosos e água corrente. Observou-se também que a espécie *T. neivai* foi registrada apenas no local JUS e representou 3,00% dos exemplares amostrados naquele local.

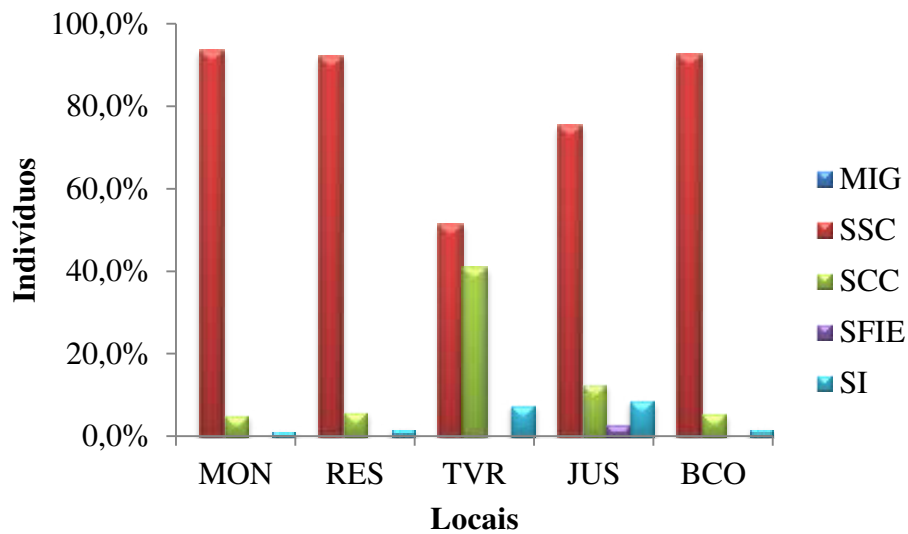


Figura 8.3.3.4 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) entre os locais no período de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Em relação ao período de amostragem observou-se que os exemplares das espécies não migradoras sem cuidado parental foram mais abundantes em maio e outubro (89,94 e 85,12%, respectivamente), seguido das espécies não migradoras com cuidado parental que foram mais abundantes em outubro (10,14%) e espécies sem informação (4,07%) (Figura 8.3.3.5).

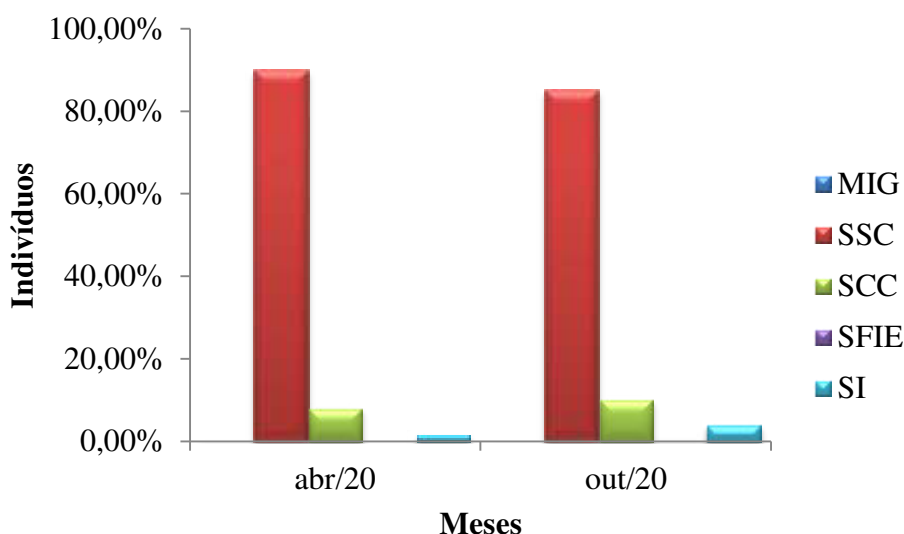


Figura 8.3.3.5 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

- **Padrões de dominância e abundância relativa**

A CPUE total calculada para os locais (Figura 8.3.3.6A) durante o período de estudo mostrou uma maior superioridade no local BCO, este fato pode estar ligado às peculiaridades do ambiente amostrado, sendo que o local fica em uma zona com menor influência do reservatório, o que pode fornecer melhores condições para as espécies. Neste local a CPUE registrada foi de 914,00 indivíduos/1000m²*16h e 61,52 kg/1000m²*16h, seguido de MON (559,20 indivíduos e 40,04 kg/1000m²*16h), JUS (497,49 indivíduos e 37,20 kg/1000m²*16h), RES (363,95 indivíduos e 16,16 kg/1000m²*16h) e TVR (320,09 indivíduos e 20,55 kg/1000m²*16h). Em relação aos meses de coleta (Figura 8.3.3.6B) observou-se que a maior captura ocorreu no mês de outubro (593,84 indivíduos e 35,83 kg/1000m²*16h, respectivamente) e o mês de maio apresentou capturas menores (343,62 indivíduos e 20,24 kg/1000m²*16h).

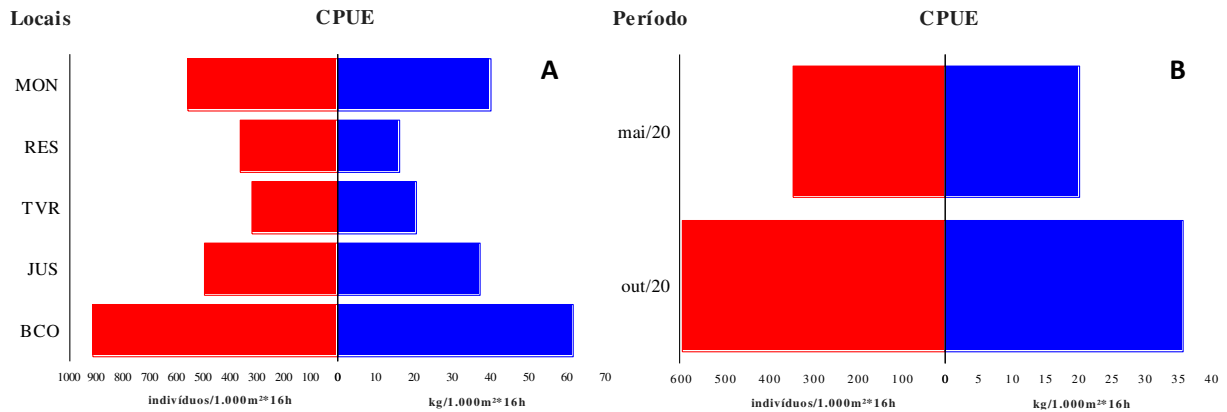


Figura 8.3.3.6 – Captura por unidade de esforço para os locais de amostragem (A) e o período de amostragem (B) em número de indivíduos (indivíduos/1000m²*16h) e biomassa (kg/1000m²*16h) para área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Avaliando as capturas por unidade de esforço entre os locais e o período amostrado observou-se que as maiores capturas em número de indivíduos (Figura 8.3.3.7A) no mês de maio foram para os locais MON, BCO e JUS (655,61, 647,90 e 304,67 indivíduos/1000m²*16h, respectivamente) e as menores nos locais RES e TVR (227,50 indivíduos/1000m²*16h, cada), e para o mês de outubro as maiores CPUEs foram registradas nos locais BCO, JUS e RES (1180,10, 690,32 e 500,49 indivíduos/1000m²*16h, respectivamente). em relação a biomassa (Figura 8.3.3.7B), o mês de maio apresentou variação entre 11,34 kg/1000m²*16h no local RES e 44,39 kg/1000m²*16h no local BCO, no mês de outubro o maior registro ocorreu no no local BCO (78,64 kg/1000m²*16h) e o menor no local RES (20,98 kg/1000m²*16h).

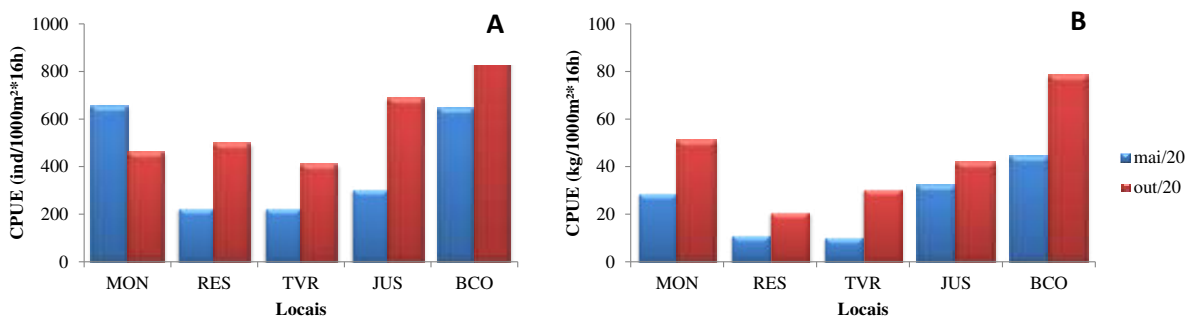


Figura 8.3.3.7 – Captura por unidade de esforço em número (A) e biomassa (B) em 1000m² de rede*16h para os locais de amostragem durante o período de estudo na área de influência da PCH Cantu 2.

Quando avaliada a captura das espécies em relação aos meses, agrupando os locais de coleta, observou-se que as espécies mais representativas em número de indivíduos foram *Astyanax lacustris*, *S. insculpta*, *A. lacustris*, *S. nasutus*, *G. gulo*, *C. modestus* e *H. cf. paulinus* apresentando valores que variaram de 1,94 ind/1000m²*16h para *C. modestus* em maio a 262,80 ind/1000m²*16h para *Astyanax lacustris* em outubro (Figura 8.3.3.8).

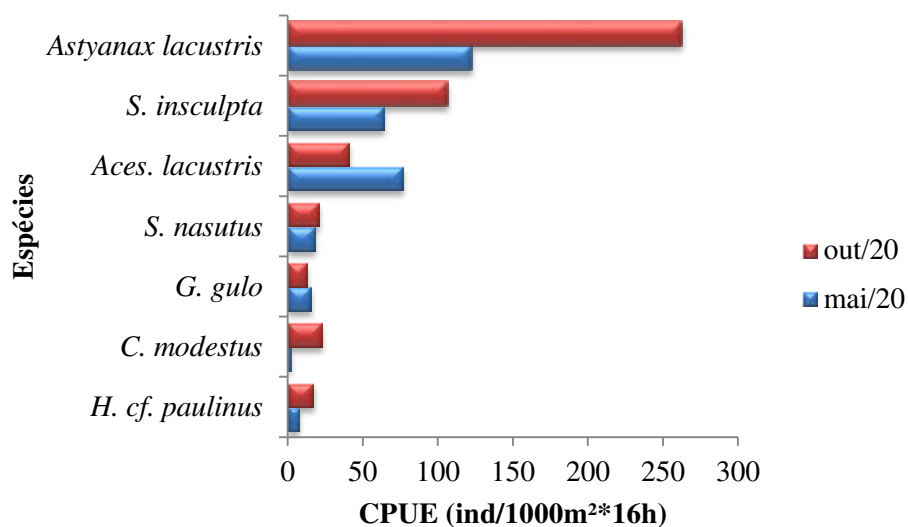


Figura 8.3.3.8 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos das sete espécies mais capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu nos meses maio e outubro de 2020.

A captura por unidade de esforço para biomassa das espécies em função do período de amostragem e dos locais agrupados mostrou que as espécies mais representativas foram *A. lacustris*, *S. nasutus*, *Astyanax lacustris*, *Hoplias* sp. 2, *S. insculpta*, *G. gulo* e *H. cf. strigaticeps*. Os valores de CPUE variaram de 0,84 kg/1000m²*16h para *H. cf. strigaticeps* no mês de maio a 6,74 kg/1000m²*16h para *Hoplias* sp. 2 no mês de outubro (Figura 8.3.3.9).

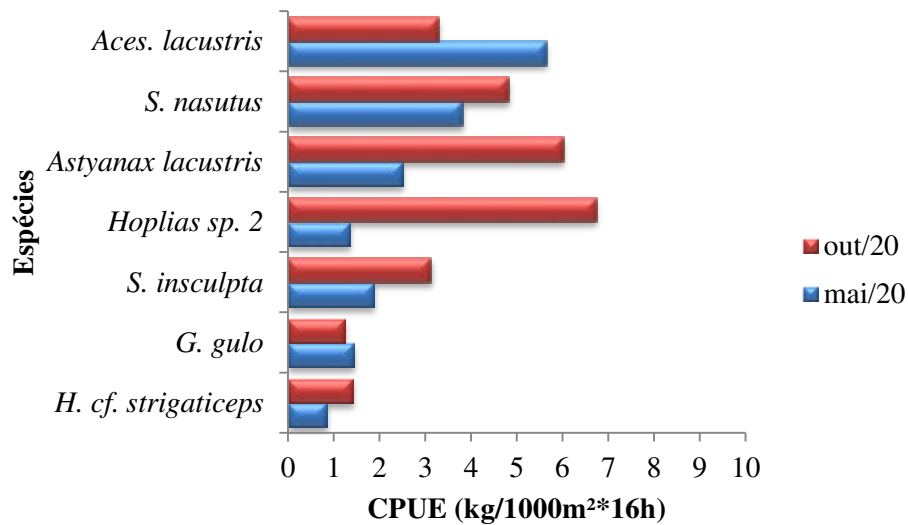
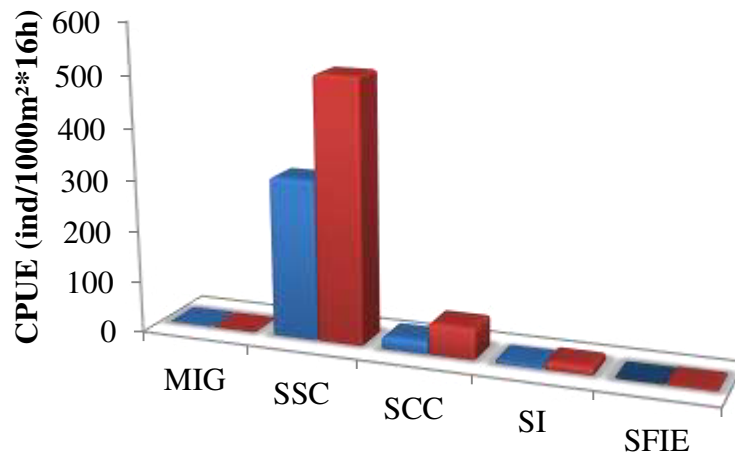


Figura 8.3.3.9 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em biomassa das sete espécies mais capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

Avaliando-se a CPUE levando em conta as estratégias reprodutivas das espécies verificou-se que os menores registros foram para as espécies sem informação, muitas delas são novas para a ciência e não tem seu comportamento reprodutivo estudado, seguidas das espécies migradoras de longa distância que apresentaram CPUE em número de indivíduos que variou entre 0,97 ind/1000m²*16h em maio e 0,48 ind/1000m²*16h em outubro. As espécies sedentárias ou migradoras com cuidado parental (SCC) apresentaram CPUE em número de 24,68 em maio e 61,47 ind/1000m²*16h em outubro. As espécies mais abundantes, como descrito anteriormente, foram as sedentárias ou migradoras sem cuidado parental (SSC), que apresentaram capturas que oscilaram de 311,68 em maio a 513,02 indivíduos/1000m²*16h em outubro (Figura 8.3.3.10).



Estratégia Reprodutiva

Figura 8.3.3.10 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos das espécies capturadas em relação às estratégias reprodutivas (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, no período de maio a outubro de 2020.

- **Atributos da assembleia de peixes**

Durante o período de monitoramento da ictiofauna na área de influência da PCH Cantu 2 no ano de 2020, foram coletadas 50 espécies de peixes entre todos os aparelhos de pesca utilizados. Entre os locais observou-se a maior riqueza espécies no local JUS (35 espécies), seguida do local RES (28 espécies), nos demais locais foram registradas 26 espécies em MON, 20 no BCO e 16 em MON. Quanto aos atributos equitabilidade e diversidade, os menores valores se deram para o local RES ($E= 0,47$ e $H'= 1,58$), seguido do local MON ($E= 0,63$ e $H'= 1,74$), o que pode estar relacionado à grande captura de exemplares de *Astyanax lacustris* no local RES e *S. insculpta* no local TVR e também *Acestrorhynchus lacustris* nos dois locais. Por outro lado, os maiores valores foram registrados para os locais TVR e JUS ($E= 0,79$ e $H'= 2,58$; $E= 0,77$ e $H'= 2,74$, respectivamente). Estes valores que são provenientes da combinação da riqueza com a equitabilidade e indicam que todas as espécies presentes nas capturas estão em alta equitabilidade, reforçando a não presença de espécies raras ou dominantes (Figura 8.3.3.11).

Vários estudos demonstram tendência de aumento no número de espécies e de exemplares a partir da nascente em direção a foz (Caramaschi 1986, Garutti 1988, Bennemann et al. 1995), principalmente, em afluentes da bacia do rio Paraná, o que também foi encontrado neste período.

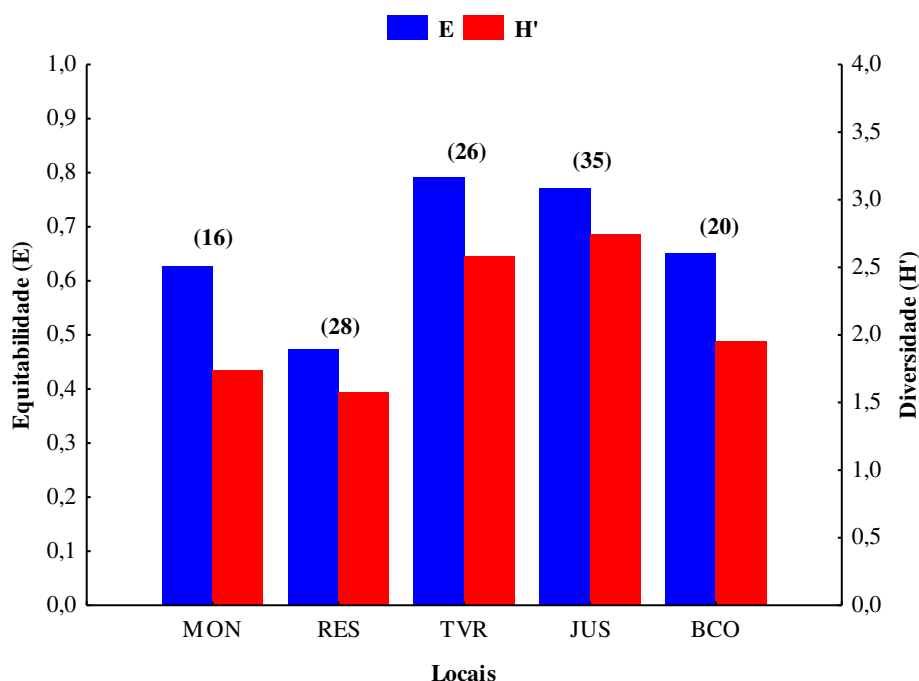


Figura 8.3.3.11 – Variação espacial da riqueza de espécies (entre parênteses), equitabilidade e diversidade específica nos locais (MON= montante; RES= reservatório; TVR= trecho de vazão reduzida; e JUN= jusante) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, durante os meses de maio e outubro de 2020.

Avaliando os atributos da assembleia de peixes durante os meses estudados observou-se maior riqueza no mês de outubro ($S=46$) e o menor em maio ($S= 33$). A equitabilidade e diversidade apresentaram-se muito próximas nos dois meses amostrados sendo a média da equitabilidade igual a 0,62 e da diversidade 2,27, estes valores indicam que apesar da grande captura das espécies *Astyanax lacustris*, *S. insculpta*, *Acestrorhynchus lacustris* e *H. cf. paulinus* a comunidade íctica se encontra em equilíbrio na área de influência da PCH Cantu 2 (Figura 8.3.3.12).

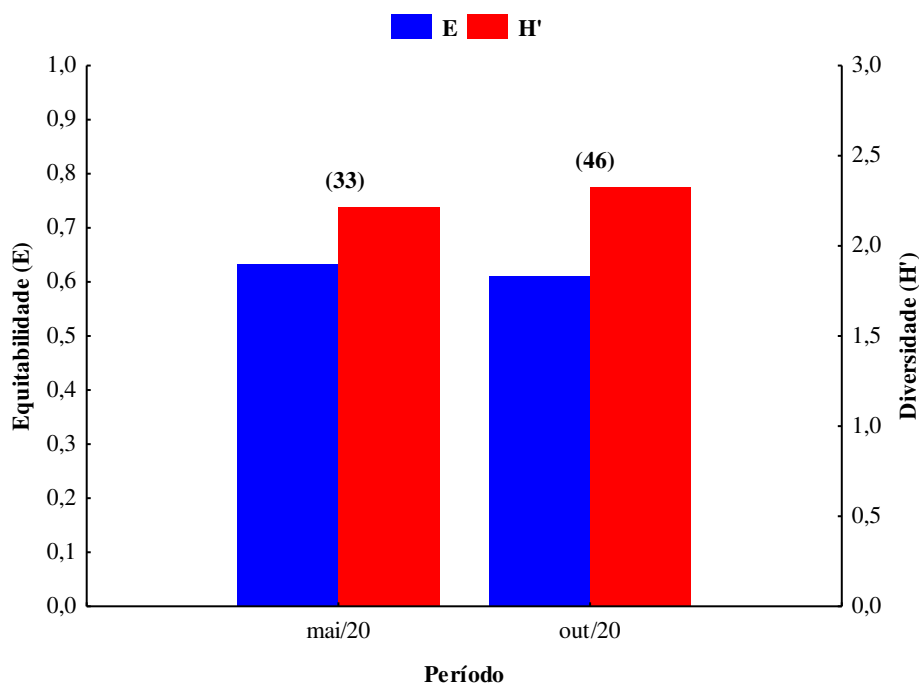


Figura 8.3.3.12 – Variação espacial da riqueza de espécies (entre parênteses), equitabilidade e diversidade específica nos meses de maio e outubro de 2020 na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **Estrutura geral da população**

As espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2 foram classificadas de acordo com o comprimento padrão (Cp) em pequeno (0,1-20 cm), médio (20,1-40 cm) e grande porte (> 40,1cm). Neste período, após o enchimento do reservatório, 62,0% das espécies foram classificadas como de pequeno porte, espécies de médio porte representaram 36,0% e de grande porte 2,0%. Apenas *Hoplias* sp. 2 apresentou maior porte neste período (Tabela 8.3.3.2).

Tabela 8.3.3.2 – Número de indivíduos, valores mínimos, máximos, médios e desvio padrão de comprimento padrão (Cp) e classificação quanto ao tamanho das espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, no Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

Espécie	Comprimento Padrão (cm)					Tamanho
	N	min.	máx.	méd.	S	
<i>A. piracicabae</i>	50	3,3	10,5	7,0	2,2	pequeno
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	244	2,8	28,3	17,5	3,9	médio
<i>Ancistrus</i> sp.	2	5,4	7	6,2	1,1	pequeno

Espécie	Comprimento Padrão (cm)					Tamanho
	N	min.	máx.	méd.	S	
<i>Astyanax lacustris</i>	809	1,9	23	8,9	1,4	médio
<i>B. coeruleus</i>	1	5,5	5,5	5,5	-	pequeno
<i>B. aff. iheringii</i>	98	1,9	6,1	3,9	0,7	pequeno
<i>C. britskii</i>	4	8,1	11,8	9,8	1,9	pequeno
<i>C. jaguarensis</i>	2	10,2	10,4	10,3	0,1	pequeno
<i>C. modestus</i>	51	8,5	13,6	11,5	0,9	pequeno
<i>C. rendalli</i>	10	1,5	12,1	3,7	3,1	pequeno
<i>Crenicichla sp.</i>	33	8,6	18,5	12,7	3,2	pequeno
<i>G. brasiliensis</i>	7	1,6	14,1	4,5	5,1	pequeno
<i>G. gulo</i>	58	11,5	25,3	17,6	3,0	médio
<i>G. inaequilabiatus</i>	1	17,3	17,3	17,3	-	pequeno
<i>G. iporangensis</i>	20	1,5	14,2	8,3	3,6	pequeno
<i>G. sylvius</i>	1	23,4	23,4	23,4	-	médio
<i>H. albopunctatus</i>	2	17	23,7	20,4	4,7	médio
<i>H. ancistroides</i>	7	9,6	20,4	13,9	4,2	médio
<i>H. cf. nigromaculatus</i>	2	8	9,6	8,8	1,1	pequeno
<i>H. cf. paulinus</i>	50	7,2	21,2	11,5	3,2	médio
<i>H. cf. regani</i>	10	11,2	18,3	15,0	2,5	pequeno
<i>H. cf. strigaticeps</i>	35	9,4	27,4	16,6	3,9	médio
<i>H. commersoni</i>	3	13,8	15	14,5	0,6	pequeno
<i>H. mbigua</i>	4	15	26,4	19,7	4,9	médio
<i>Hoplias sp. 2</i>	31	18,1	47	30,2	6,8	grande
<i>I. labrosus</i>	15	16,4	26,5	20,1	2,9	médio
<i>L. amblyrhynchus</i>	18	4,4	19,8	13,1	3,9	pequeno
<i>L. octofasciatus</i>	20	9,1	33	16,9	6,8	médio
<i>L. platymetopon</i>	1	19,7	19,7	19,7	-	pequeno
<i>M. obtusidens</i>	2	6,5	22	14,3	11,0	médio

Espécie	Comprimento Padrão (cm)					Tamanho
	N	min.	máx.	méd.	S	
<i>O. paranensis</i>	12	7,5	15,5	11,0	2,5	pequeno
<i>O. pintoii</i>	1	6,7	6,7	6,7	-	pequeno
<i>P. aff. bockmanni</i>	1	6	6	6,0	-	pequeno
<i>P. aff. fasciatus</i>	6	3,6	9,4	7,7	2,1	pequeno
<i>P. argentea</i>	11	3,5	5	3,8	0,4	pequeno
<i>P. lineatus</i>	1	35,6	35,6	35,6	-	médio
<i>P. microstoma</i>	12	10,5	21,4	15,8	3,8	médio
<i>P. nasus</i>	1	8,4	8,4	8,4	-	pequeno
<i>P. paranaensis</i>	1	20	20	20,0	-	pequeno
<i>P. stramineus</i>	12	2,8	5,2	3,7	0,9	pequeno
<i>R. aff. quelen</i>	1	24	24	24,0	-	médio
<i>R. descavadensis</i>	10	6	6,4	6,3	0,2	pequeno
<i>R. quelen</i>	2	12,9	30,1	21,5	12,2	médio
<i>S. brevipinna</i>	5	8,6	10,3	9,4	0,9	pequeno
<i>S. insculpta</i>	365	6,4	14,3	10,5	1,4	pequeno
<i>S. maculatus</i>	4	10	11,4	10,5	0,7	pequeno
<i>S. marginatus</i>	8	9,4	29	12,9	6,5	médio
<i>S. nasutus</i>	80	8,9	32,9	22,6	5,7	médio
<i>Serrapinnus sp. 1</i>	23	2,7	4	3,4	0,4	pequeno
<i>T. neivai</i>	9	3,4	6,7	5,7	1,1	pequeno

A Figura 8.3.3.13 mostra a distribuição das classes de comprimento das espécies capturadas, a maior frequência foi de indivíduos entre 5,1 e 10,0 cm (43,6%), seguido de indivíduos com tamanho entre 10,1 e 15,0 cm (28,0%) e entre 15,1 e 20,0 cm (10,6%), o que confirma a grande quantidade de exemplares de pequeno porte, exemplares de médio porte (20,1 a 40,0 cm) representaram 8,9% do total e de grande

porte com comprimentos superiores a 40 cm representaram 0,1% do total de indivíduos.

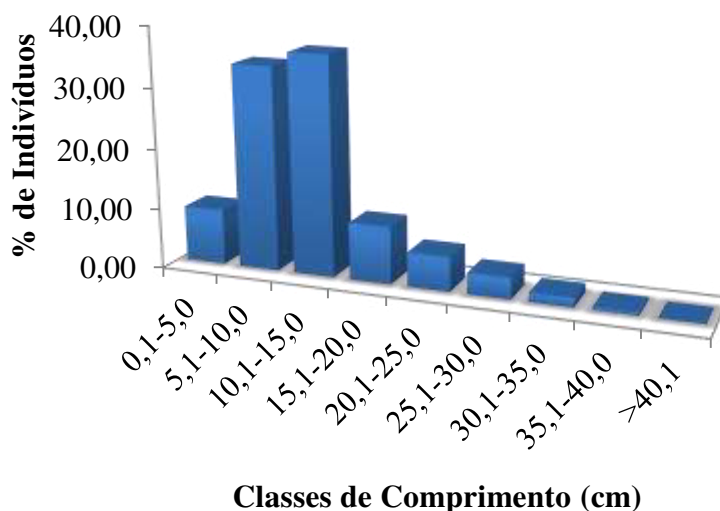


Figura 8.3.3.13 – Distribuição das classes de comprimentos das espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu durante nos meses de maio e outubro de 2020.

- **Dieta das espécies**

A investigação da dieta resultou na identificação dos seguintes itens alimentares: Algas, Coleoptera (adultos), detrito/sedimento, Diptera (adultos, larvas e pupas), Ephemeroptera (adultos e ninfas), escamas, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera (larvas), microcrustáceos, Oligochaeta, Orthoptera, peixes, restos de insetos, sementes, Trichoptera (adultos e larvas) e vegetais. Para determinação geral da dieta, bem como das variações temporais e espaciais na composição da dieta, itens alimentares cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria Outros.

Foram obtidas informações gerais sobre a dieta de 11 espécies, as quais são apresentadas através dos valores do índice alimentar (IA_i) na Tabela 8.3.3.3.

Tabela 8.3.3.3 - Composição da dieta de algumas espécies de peixes na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (n = número de estômagos analisados). (Em negrito) valor do índice alimentar (IAi) de maior representação; Espécies: (1) *Acestrorhynchus lacustris*; (2) *Astyanax lacustris*; (3) *Bryconamericus aff. iheringii*; (4) *Oligosarcus paranensis*; (5) *Psalidodon aff. fasciatus*; (6) *Roebooides descavadensis*; (7) *Schizodon nasutus*; (8) *Serrapinus sp. 1*; (9) *Serrasalmus maculatus*; (10) *Serrasalmus marginatus*; (11) *Tatia neivai*.

Itens	Espécies										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	(n = 7)	(n = 94)	(n = 25)	(n = 1)	(n = 2)	(n = 1)	(n = 1)	(n = 4)	(n = 1)	(n = 1)	(n = 2)
Algas		< 0,01	0,08					4,17			
Araneae		< 0,01									
Coleoptera (adultos)		6,24									
Detrito/sedimento		1,10	1,13					41,67			
Diptera (adultos)		< 0,01									
Diptera (larvas)		0,01	1,54					4,17			
Diptera (pupas)		0,22	10,25					4,17			
Ephemeroptera (adultos)		7,35	0,26			41,67					100,00
Ephemeroptera (ninfas)		0,03	0,20		36,89						
Escamas		0,04				58,33					
Hemiptera		< 0,01									
Hymenoptera		2,19	0,12	80,43			100,00				
Lepidoptera (larvas)		< 0,01									



PCH CANTU 2 – FASE DE OPERAÇÃO
RELATÓRIO CONSOLIDADO
2º semestre - 2020



Microcrustáceos		0,07	14,02			4,17		
Oligochaeta		0,02						
Orthoptera		0,20						
Peixes	100,00						100,00	100,00
Restos de insetos		0,10	0,18					
Sementes		1,42	0,04					
Trichoptera (adultos)		0,03						
Trichoptera (larvas)			0,06					
Vegetais		80,96	72,11	19,57	63,11		41,67	

Astyanax lacustris

A dieta de *A. lacustris* foi composta por amplo espectro de itens alimentares, entre os quais destacaram-se principalmente os vegetais. Os maiores valores de índice alimentar foram obtidos para Vegetais (80,96%), entretanto a dieta foi complementada por detrito/sedimento, Oligochaeta, algas, sementes e algumas ordens de insetos tais como Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera e Trichoptera (Figura 8.3.3.14). A utilização de recursos alimentares com origem distinta, incluindo principalmente vegetais e insetos sugere um hábito alimentar generalista, comportamento alimentar relatado por Bennemann et al. (2005), ao estudar quatro espécies de *Astyanax* na bacia do rio Tibagi.

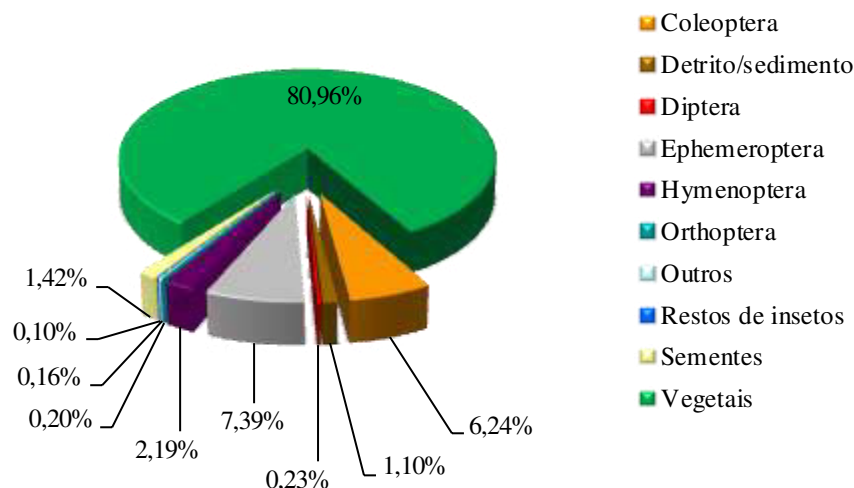


Figura 8.3.3.14 – Composição da dieta de *Astyanax lacustris* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

Quando avaliada a variação espacial na composição da dieta, verificou-se que na maioria dos locais, a espécie explorou vegetais de forma mais intensa. Exceção observada apenas nos locais TVR, onde não foi evidenciada a dominância de algum item alimentar na dieta, sendo explorados vegetais e insetos em proporções semelhantes e no local JUS, onde constatou-se o predomínio de insetos na dieta, principalmente Ephemeroptera (52,4%). Nos

locais MON e BCO identificou-se maior consumo de vegetais (92,2 e 82,1%, respectivamente), sendo que no local MON, destacou-se também a exploração de detrito/sedimento (4,5%) e no BCO o consumo de Ephemeroptera (13,6%). Já no RES a espécie explorou principalmente vegetais (52,5%) e Coleoptera (37,6%) (Figura 8.3.3.15).

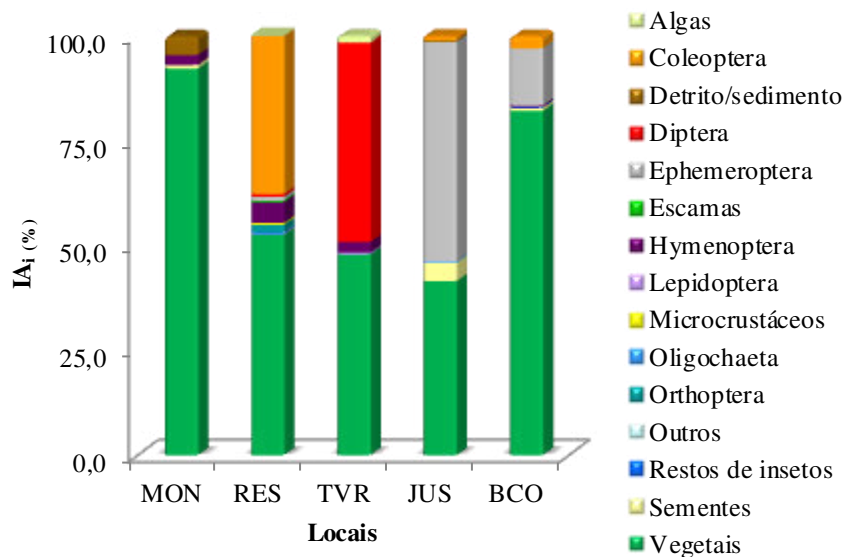


Figura 8.3.3.15 – Dieta de *Astyanax lacustris* nos diferentes locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020. (MON = Montante; RES = Reservatório; TVR = Trecho de vazão reduzida; JUS = Jusante; BCO = rio Branco) (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

A avaliação da composição da dieta nos meses de amostragem indicou mudanças temporais. Em ambos, a dieta foi caracterizada pela exploração de um amplo espectro de itens alimentares, entretanto apesar do consumo de grande variedade de itens, foi evidente o predomínio de vegetais em ambos os meses. Em maio verificou-se amplo predomínio de vegetais (91,7%), sendo a dieta complementada principalmente por Hymenoptera e detrito/sedimento. Já em outubro a espécie utilizou-se principalmente de vegetais que corresponderam a 55,8% da dieta, destacando-se também o consumo de Ephemeroptera (23,8%) e Coleoptera (17,4%) (Figura 8.3.3.16). As variações na composição da dieta observadas foram perceptíveis, reforçando o indicativo de um caráter alimentar oportunista para *Astyanax lacustris*.

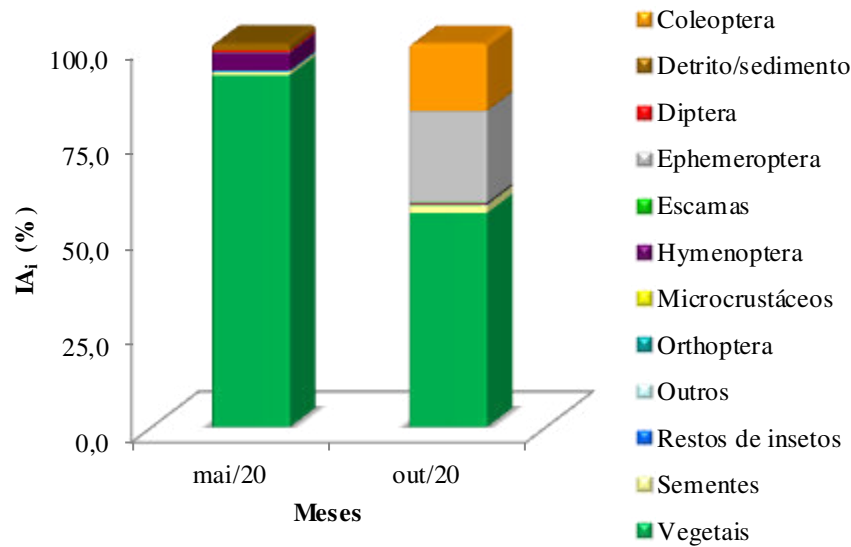


Figura 8.3.3.16 – Variação temporal na composição da dieta de *Astyanax lacustris* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

Bryconamericus aff. iheringii

A dieta de *B. aff. iheringii* foi composta por itens alimentares de origem vegetal e animal, entretanto com predomínio de vegetais. Além disso, destacou-se também o consumo de microcrustáceos e insetos, como Diptera, Ephemeroptera, Hymenoptera e Trichoptera (Figura 8.3.3.17). A utilização de recursos alimentares com origem distinta, incluindo principalmente insetos e vegetais sugere um hábito alimentar generalista. Segundo Oricolli e Bennemann (2006), a adaptabilidade trófica apresentada por espécies pertencentes ao gênero *Bryconamericus*, favorece sua ocupação em diferentes ambientes.

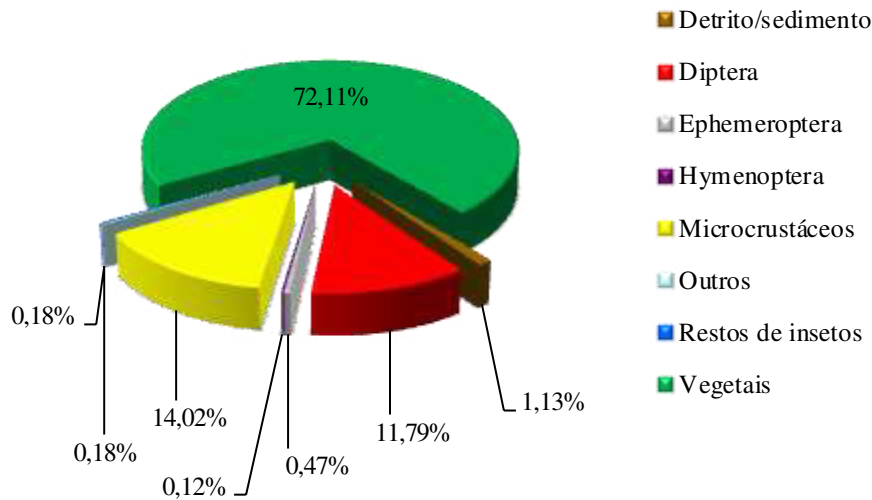


Figura 8.3.3.17 – Composição da dieta de *Bryconamericus* aff. *iheringii* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

A avaliação de possíveis variações espaciais na composição da dieta revelou que na maioria dos locais, a espécie explorou vegetais de forma mais intensa, exceção observada apenas no local TVR, onde a espécie consumiu mais insetos, principalmente Diptera. Assim, nos locais RES, JUS e BCO, o item predominante na dieta foi vegetais (RES = 59,3%; JUS = 51,3% e BCO = 90,9%), sendo que em RES destacou-se também o consumo de microcrustáceos (30,0%) e no JUS e BCO a dieta foi complementada principalmente por Ephemeroptera (25,6 e 4,7%, respectivamente). No local MON não foram amostrados exemplares com estômagos cheios ou parcialmente cheios em condições de análise e as informações obtidas referentes ao TVR são provenientes da análise de apenas um exemplar (Figura 8.3.3.18).

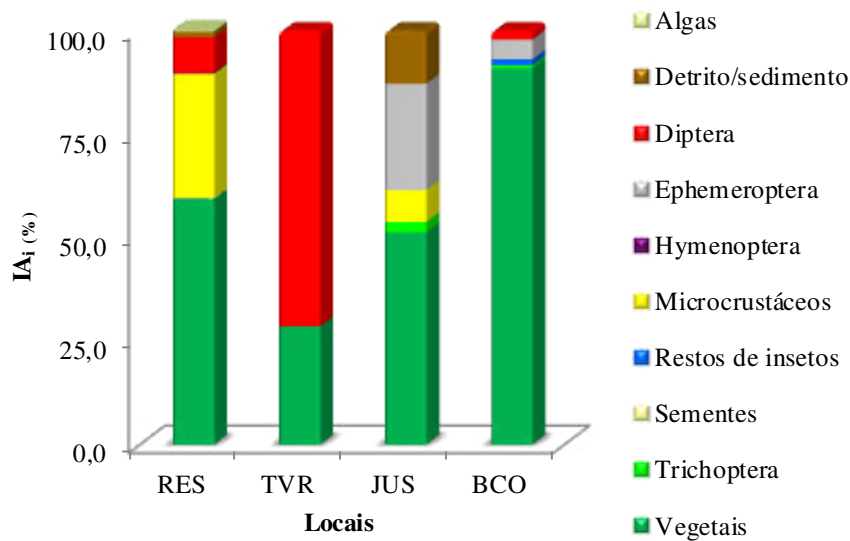


Figura 8.3.3.18 – Dieta de *Bryconamericus aff. iheringii* nos diferentes locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020. (RES = Reservatório; TVR = Trecho de vazão reduzida; JUS = Jusante; BCO = rio Branco).

A composição da dieta apresentou algumas variações nos meses de amostragem. Em ambos os meses a dieta foi caracterizada pela exploração intensa de vegetais, sendo que, em maio este item correspondeu a 59,3% da dieta, que foi complementada principalmente por microcrustáceos e Diptera (29,6 e 7,9%, respectivamente). Já em outubro a espécie consumiu vegetais de forma ainda mais intensa, representando 81,0% da dieta, porém explorando grande variedade de itens alimentares entre os quais destacou-se Diptera (14,2%) (Figura 8.3.3.19). De forma geral, mesmo nos diferentes meses, a espécie manteve o hábito herbívoro, entretanto, as variações na composição da dieta observadas podem ser consideradas um indicativo de um caráter alimentar oportunista para *B. aff. iheringii*.

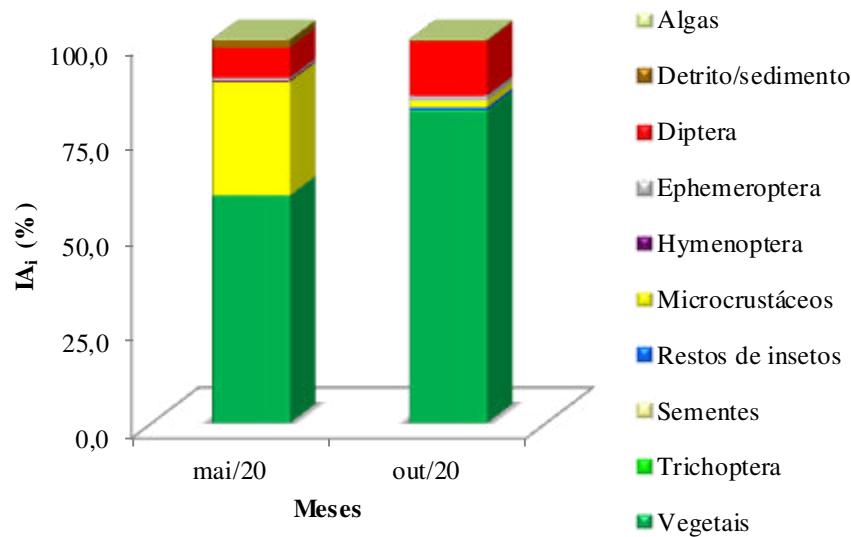


Figura 8.3.3.19 – Variação temporal na composição da dieta de *Bryconamericus aff. iheringii* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

• Reprodução

A reprodução dos exemplares avaliada durante o período de amostragem mostrou que entre todos os locais houve um predomínio de exemplares em estágios de reprodução (RPD) com proporções que ultrapassaram os 50,0%, principalmente nos locais RES, BCO e JUS, seguido de exemplares em repouso (REP), onde as maiores proporções se deram nos locais TVR e MON. A alta frequência de exemplares em reprodução pode ser devido ao fato que as amostragens estão coincidindo com o início da atividade reprodutiva (outubro), e também ao período climático atípico que a região sofreu, com baixos níveis pluviométricos e elevadas temperaturas durante praticamente o ano todo. Além disso as estratégias reprodutivas adotadas pelas principais espécies capturadas favorece este padrão observado, onde algumas delas conseguem realizar desovas parceladas (*Astyanax lacustris*, *S. insculpta* e *Acestrarhynchus lacustris*) (Figura 8.3.3.20A). Observando os meses, maio apresentou maior frequência de exemplares em repouso (REP; 49,7%), seguido de exemplares em reprodução (RPD; 43,0%) e imaturos (IMT; 5,8%), em outubro 75,2% dos peixes analisados estavam em estádios reprodutivos, seguidos de 12,3% em repouso,

11,9% em maturação (MAT) e 0,6% imaturos (Figura 8.3.3.20B). Os exemplares imaturos (IMT) registrados são em sua grande maioria capturados com auxílio de redes de arrasto e tarrafas, e ainda não atingiram idade de maturação, e a maior frequência no mês de maio indica o fim da atividade reprodutiva e que estes exemplares estão sendo recrutados no ambiente.

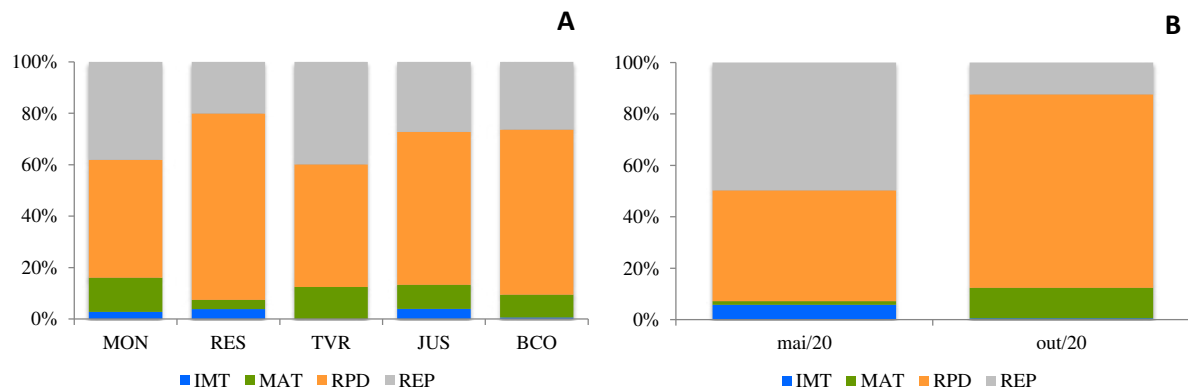


Figura 8.3.3.20 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) nos locais de coleta (A) e no período de amostragem (B) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Entre as 10 espécies mais capturadas na área de influenciada PCH Cantu 2, cinco delas apresentaram maior proporção de exemplares em reprodução sendo elas *Astyanax lacustris* S. *Insculpta*, *S. nasutus*, *G. gulo* e *A. Piracicabae* e outras cinco exemplares em repouso *Acestrorhynchus lacustris*, *B. aff. iheringii*, *H. cf. paulinus*, *C. modestus* e *H. cf. Strigaticeps*. Todas espécies apresentaram exemplares em maturação, com exceção de *B. aff. iheringii* e *A. piracicabae* apresentou 32,0% de exemplares imaturos (Figura 8.3.3.21).

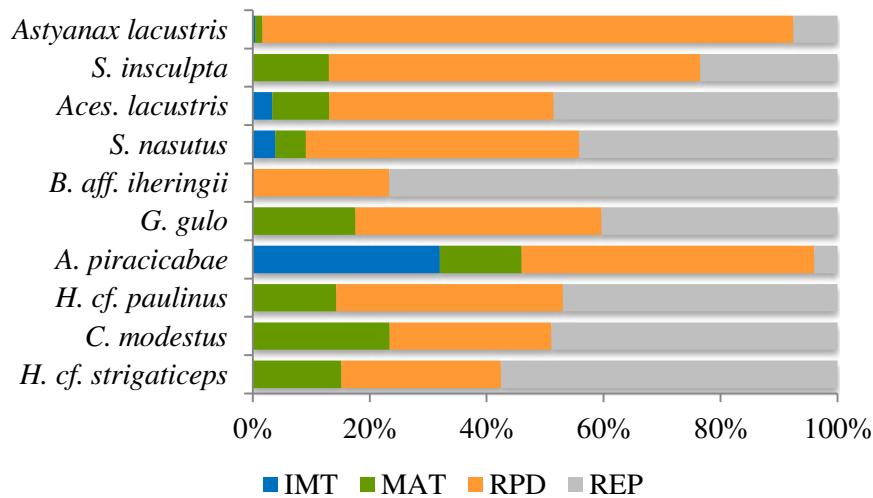


Figura 8.3.3.21 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) para as principais espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

A reprodução das espécies também foi avaliada levando em consideração as estratégias reprodutivas. Nota-se que entre os três exemplares de espécies migradoras de longa distância (MIG) um indivíduo era jovem (IMT), um apresentou-se em reprodução e outro em repouso. Espécies sedentárias ou migradoras sem cuidado parental (SSC) apresentaram 66,3% de exemplares em reprodução, seguido de 24,9% em repouso, 7,0% em maturação e 1,9% imaturos, enquanto que as sedentárias ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) apresentaram 40,1% de indivíduos em repouso, seguidas de 35,9% em reprodução, 14,6% em maturação e 9,4% imaturos, para *T. neivai* os exemplares foram capturados apenas em outubro e apresentaram 77,8% em reprodução e 11,1% em repouso e imaturo, cada. Espécies sem informação na literatura (SI) apresentaram 46,2% de exemplares em reprodução, 42,2% em repouso e 10,9% em maturação (Figura 8.3.3.22).

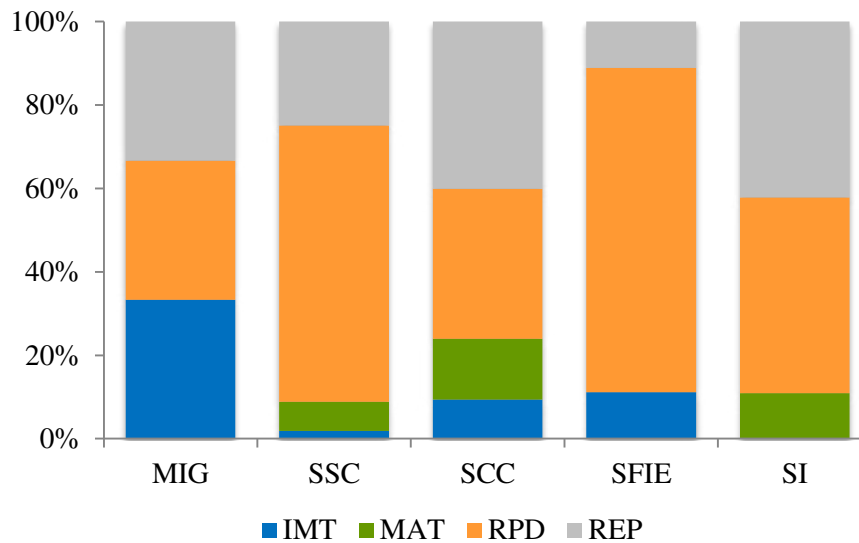


Figura 8.3.3.22 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) para as estratégias reprodutivas (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020.

A análise de correspondência canônica (CCA) para avaliar a estrutura da comunidade de peixes e os eixos da análise de componente principais da qualidade da água (PC) entre os locais de coleta e os meses de amostragem, apesar de não terem apresentado diferenças significativas ($p=0,87$), os dois primeiros eixos foram retidos para interpretação. O eixo 1 apresentou autovalor de 0,210 e representou 12,0% da variabilidade dos dados, e o eixo 2 apresentou autovalor de 0,119 e 6,8% dos dados. Foi possível verificar que os locais RES, TVR e JUS apresentaram maior correlação positiva no eixo 1 em ambos meses, influenciados principalmente pelas espécies *S. brevipinna*, *R. descavadensis*, *P. nasus*, *O. pintoi*, *L. platymetopon*, *H. cf. nigromaculatus*, *G. sylvius*, *C. jaguarensis*, *B. coeruleus*, *R. aff. quelen*, *T. neivai*, *P. stramineus*, *H. regani*, *C. britskii*, *L. octofasciatus*, *H. albopunctatus*, *P. micróstoma*, *Crenicichla* sp. e *I. labrosus*, *H. strigaticeps*, *S. maculatus*, *Serrapinnus* sp. 1 e *G. iporangensis* e a transparência da água no mês de outubro, e *H. ancistroides*, *H. commersoni*, *A. piracicabae*, *H. cf. paulinus*, *P. aff. fasciatus*, *H. mbigua*, *P. lineatus*, *Ancistrus*

sp., *O. paranensis*, *Astyanax lacustris* e *S. nasutus* e os parâmetros Nitrito, temperatura da água e nitrogênio em maio. As espécies *G. gulo*, *L. amblyrhynchus*, *S. marginatus*, *P. paranaenses*, *G. inaequilabiatus*, *G. iporangensis* e *Acestrorhynchus lacustris* apresentaram correlação negativa ao eixo 1 e positiva ao eixo 2 sendo influenciados pelos parâmetros temperatura do ar, sílica, coliformes, DQO, fósforo, cálcio, sólidos, condutividade e oxigênio, e negativamente pelas espécies *Hoplias sp. 2*, *S. insculpta*, *C. modestus* e *P. aff. bockmanni* e os parâmetros cloretos, magnésio, dureza, amônia, pH, clorofila, nitrato, turbidez, DBO e alcalinidade, principalmente no local MON e BCO (Figura 8.3.3.23).

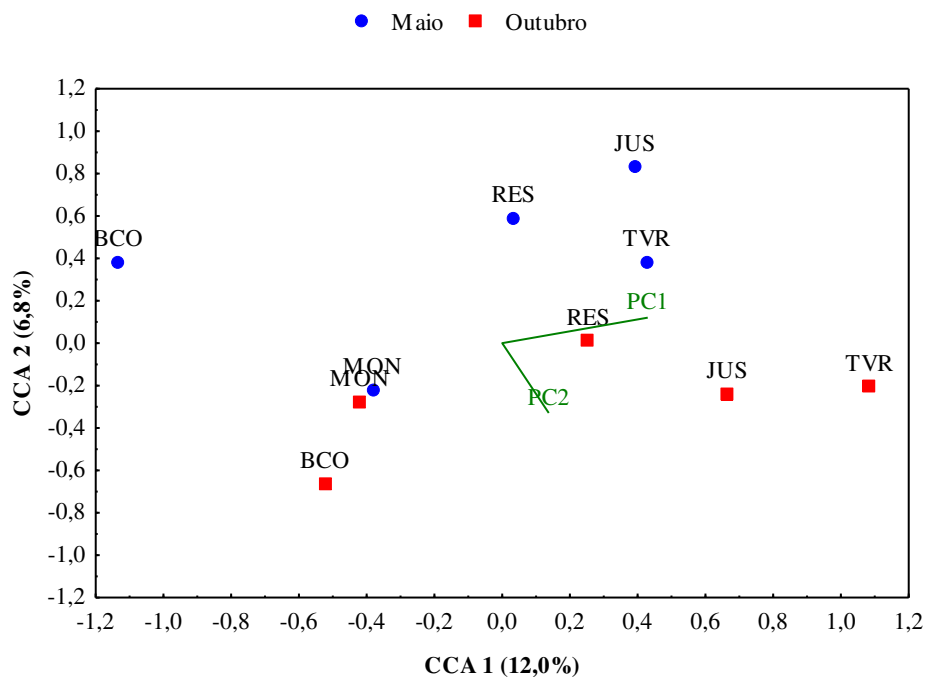


Figura 8.3.3.23 – Análise de correspondência canônica aplicada aos dados da abundância de espécies entre os locais e período de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

8.3.4 Considerações Finais

Para a área de influência da PCH Cantu 2 foram registradas desde o início do monitoramento 90 espécies de peixes, muitas das quais ainda não foram descritas pela ciência e outras que passam por estudos podendo até terem seus

nomes alterados. Após o enchimento do reservatório da PCH Cantu 2 foram capturadas até o momento 77 espécies de peixes, entretanto, na fase pré-enchimento foram capturadas 63 espécies, sendo que 12 espécies ocorreram apenas na fase pré-enchimento e 21 espécies só na fase pós-enchimento, aumentando em uma espécie em relação ao ano de 2019. Dentre as espécies capturadas apenas três são classificadas como migradoras de longa distância *M. obtusidens* e *P. lineatus*, entretanto, a abundância destas espécies neste período foi inferior ao que vem sendo registrada na fase anteriormente.

A maior frequência de espécies não migradoras sem cuidado parental e com cuidado parental é esperada em virtude das características da ictiofauna, que é composta principalmente por espécies de pequeno a médio porte, muitas delas forrageiras e outras sedentárias. Com a formação do reservatório observou-se que estas espécies se sobressairam devido ao tipo de ambiente e as estratégias de vida que estas espécies adotaram.

A captura por unidade de esforço vem apresentando um declínio em seus valores com passar do tempo, desde o início do enchimento do reservatório da PCH Cantu 2, porém em 2020 foram registrados valores maiores que nos últimos períodos (2018 e 2019). Este fato pode estar relacionado à estabilização do ambiente, onde as espécies estão adaptadas as condições ambientais. De forma geral, quando comparados com os dados da fase pré-enchimento, observou-se que os valores médios no número de indivíduos neste período foi muito próximo ao registrado na fase pré-enchimento e a biomassa apresentou um pequeno incremento. Isto pode ser um indicativo de que o ambiente esteja entrando em equilíbrio.

A maioria das espécies cuja composição da dieta foi identificada e avaliada apresentou comportamento alimentar generalista, caracterizado pela exploração de um amplo espectro de itens alimentares. Tal característica é frequente entre as espécies de pequeno porte, que apresentam plasticidade trófica, que permite a elas consumir grande variedade de itens alimentares, ou mesmo variar a composição da dieta ao longo do tempo ou espaço. Entre as espécies de médio porte, algumas apresentaram uma dieta mais especializada,

utilizando um espectro de itens alimentares mais restrito, entre estas vale citar *O. paranensis* que explorou principalmente insetos, *R. descavadensis* que consumiu grande quantidade de escamas e *Acestrorhynchus lacustris*, *S. maculatus* e *S. marginatus*, que consumiram peixes, ou pedaços de peixes, exclusivamente, revelando tendência a piscivoria.

Considerando o número de exemplares com estômagos cheios ou parcialmente cheios em condições de análise para cada local e mês de amostragem, foi possível realizar a avaliação da variação espacial e temporal na composição da dieta apenas para *Astyanax lacustris* e *Bryconamericus aff. iheringii*, espécies de pequeno porte, que por sua vez, demonstraram caráter oportunista em relação a alimentação, variando os itens predominantes na dieta ao longo dos meses e entre os locais, possivelmente aproveitando os recursos mais disponíveis em determinados locais e períodos. O generalismo e o oportunismo trófico possibilitam a essas espécies evitar a competição pelos recursos, possibilitando o sucesso na ocupação de diferentes ambientes, ou em ambientes que sofreram alterações na disponibilidade de recursos alimentares.

Neste ano, devido aos fatores climáticos que a região passou, com baixos níveis pluviométricos e temperaturas acima da média, até mesmo no inverno, os dois meses amostrados apresentaram valores elevados de captura.

Os atributos da assembleia da ictiofauna na área de influência da PCH Cantu 2, mostram uniformidade na distribuição das espécies de peixes entre os locais e também entre os meses de estudo, contudo os locais TVR e JUS apresentaram os maiores valores de diversidade equitabilidade e riqueza quando comparado ao período anterior a formação do reservatório, mostrando que a jusante do barramento a comunidade ictica não está sendo afetada. O aparecimento e aumento nas capturas de espécies não nativas como *C. rendalli* é esperado, visto que é uma espécie amplamente utilizada na aquicultura e o escape para o ambiente natural é muitas vezes realizado sem controle, no entanto, pode afetar futuramente o equilíbrio ambiental em relação às espécies nativas.

9 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE

9.1 JUSTIFICATIVA

A PCH Cantu 2 tem a missão de produzir energia em sintonia com o desenvolvimento sustentável. Desta forma a realização de estudos ambientais na área de influência do empreendimento é de vital importância para a preservação do meio ambiente, bem como da manutenção da qualidade da energia produzida. A formação do reservatório, pode gerar um desequilíbrio na comunidade da fauna terrestre, principalmente pela perda de habitat e conseqüentemente criação de uma nova paisagem. Esse desequilíbrio da biodiversidade com o passar dos anos tende a se estabilizar, porém é importante o constante monitoramento da biodiversidade terrestre, de forma a gerar conhecimento, bem como auxiliar na tomada de decisões que visem o desenvolvimento sustentável.

9.2 OBJETIVOS

Esse Programa tem o intuito de levantar informações sobre a riqueza e a abundância das espécies da fauna terrestre que habitam a área de influência da PCH Cantu 2, promovendo conhecimento em relação ao comportamento dessa comunidade biológica, frente à formação do reservatório.

9.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A campanha do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre foi realizada no período de 26 a 30 de outubro de 2020. Esta amostragem contemplou a estação da primavera.

O ANEXO II apresenta o relatório do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre.

9.3.1 Áreas Amostrais

Durante a campanha de monitoramento de fauna da PCH Cantu 2 realizada em outubro de 2020 foram inventariadas quatro áreas amostrais (Figura 9.3.1.1 e Tabela 9.3.1.2). Essas áreas amostrais foram nomeadas de acordo com a margem do rio e também pela proximidade com o barramento.

O **Ponto MD01 (MD – Margem Direita)**, localizado próximo ao barramento, é uma área que apresenta vegetação florestal em estágio secundário de regeneração, já existente antes da formação do reservatório. Faz divisa com área de pasto, e no seu entorno existe a presença de gado. O acesso a essa área pode ser realizado por terra ou água, sendo preferível o acesso pelo reservatório.

O **Ponto MD02** se encontra na porção mediana do reservatório, onde a vegetação encontra-se em estágio intermediário da sucessão. Faz divisa com região de pasto e de uma reserva florestal da propriedade vizinha, onde foram realocados indivíduos da fauna durante o período de resgate (Fase de enchimento do reservatório). Devido a seu histórico de presença de gado no interior da mata, a vegetação é espaçada, com pouca presença de regeneração natural.

O **Ponto ME01 (ME – Margem Esquerda)** é representado por uma faixa de mata ciliar, as margens do rio Branco, tributário do rio Cantu. Faz divisa com pastagens e servindo como corredor ecológico para uma área de mata com tamanho considerável no interior da propriedade, local de soltura da fauna no período de resgate. Como no ponto MD02, o gado era presente na área antes da formação do reservatório, entretanto nessa área já se verifica uma maior quantidade de indivíduos arbóreos de pequeno porte em crescimento.

O **Ponto ME02** é um remanescente florestal localizado na porção mediana do reservatório. Sua vegetação está em estágio secundário de regeneração, a uma presença significativa de indivíduos arbóreos de grande porte, entretanto a vegetação é espaçada, evidenciando também o histórico de presença de gado no local. Poucos indivíduos arbóreos em crescimento foram registrados.



Figura 9.3.1.1 - Localização das quatro áreas amostrais inventariadas durante o monitoramento de Fauna Terrestre da PCH Cantu 2, com a indicação do local da barragem.

Tabela 9.3.1.2 - Coordenadas geográficas dos pontos amostrais monitorados durante o monitoramento da fauna terrestre para a PCH Cantu 2, município de Nova Cantu.

Local	Coordenadas UTM Fuso 22J	
Ponto MD01	352.520	7.262.360
Ponto MD02	354.466	7.261.882
Ponto ME01	353.700	7.263.308
Ponto ME02	352.520	7.263.439

9.3.2 Metodologia

- **Herpetofauna**

As amostragens da herpetofauna foram realizadas no período de 26 a 30 de outubro de 2020. A riqueza e a abundância das espécies de anfíbios e répteis foram determinadas por meio de quatro metodologias complementares: a captura com armadilhas de interceptação e queda, a procura sistematizada

limitada por tempo, a amostragem em sítio de reprodução e os encontros ocasionais, apresentadas abaixo.

Captura com armadilhas de interceptação e queda (HEYER *et al.*, 1994; MCDIARMID *et al.*, 2012): em cada uma das quatro áreas amostrais foi instalada uma linha de armadilha (Tabela 9.3.2.1). Cada armadilha foi composta por cinco baldes plásticos de 60 litros enterrados no solo deixando-se suas bocas expostas, distantes linearmente um do outro por 10 metros e conectados entre si por uma cerca-guia de lona plástica de 50 metros de extensão e 50 centímetros de altura, estendida perpendicularmente ao solo de forma a guiar os animais para o receptáculo, onde caíam e ali permaneciam reclusos (Figura 9.3.2.1). Todos os baldes tinham pequenas perfurações no fundo a fim de se evitar o acúmulo de água da chuva e uma placa de isopor foi colocada em seu interior para salvaguardar os espécimes ali reclusos de afogamento. Estas armadilhas permaneceram ativas por quatro noites (cinco dias) consecutivas, sendo vistoriadas diariamente durante a campanha, e ao final da mesma todos os baldes foram fechados com suas respectivas tampas. O esforço de captura ao final do período de amostragem desta campanha totalizou 100 baldes.dia somadas as quatro áreas.

Tabela 9.3.2.1– Localização das armadilhas de interceptação e queda nas áreas amostrais na região da PCH Cantu 2

Área	Coordenadas geográficas (UTM – 22 J)	
	E	S
MD01	352535	7262355
MD02	354449	7264260
ME01	353636	7261719
ME02	354657	7263303



Figura 9.3.2.1 – Armadilha de interceptação e queda (MD02, 22J 354449/7264260)

Procura sistematizada limitada por tempo (adaptado de HEYER *et al.*, 1994 e MCDIARMID *et al.*, 2012): consistiu em deslocamentos lentos a pé durante os períodos diurno e noturno nas quatro áreas amostrais com a procura visual e/ou auditiva de anfíbios e répteis em seus ambientes naturais, sejam em atividade ou em repouso (sobre a serrapilheira, em corpos-d'água, sob pedras, troncos, em tocas, sobre ou entre a vegetação, etc.) (Figura 9.3.2.2). Cada área foi amostrada durante um dia tendo sido despendidas 3 horas de busca, distribuídas em 2 horas de procura diurna e uma hora de busca noturna, totalizando 12 horas de amostragem para as quatro áreas.



Figura 9.3.2.2 – Procura sistematizada limitada por tempo (MD01, 22J 352640/7262371)

Amostragem em sítio de reprodução (HEYER *et al.*, 1994): baseou-se na procura auditiva e/ou visual de anfíbios anuros em seus ambientes de reprodução durante o período noturno nas quatro áreas amostrais (Figuras 9.3.2.3 a 9.3.2.6). Cada área foi amostrada durante uma noite, tendo sido despendida uma hora de procura por área, totalizando 4 horas de amostragem para as quatro áreas.



Figura 9.3.2.3 – Poça em borda de floresta (MD01, 22J 352962/7262594)

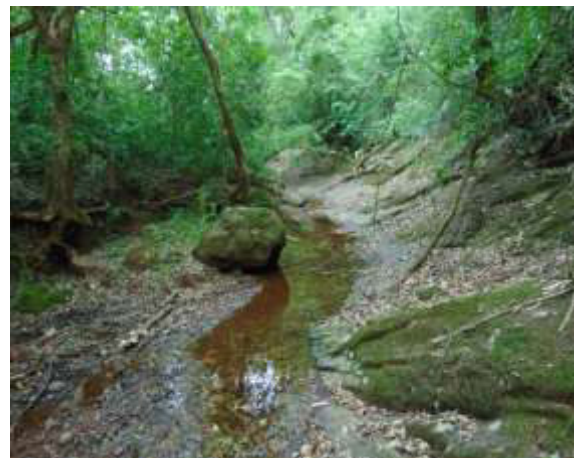


Figura 9.3.24 – Córrego florestal (MD02, 22J 354232/7264573)



Figura 9.3.2.5 – Poça em borda de floresta (ME01, 22J 353452/7261677)



Figura 9.3.2.6 – Margem do reservatório (ME02, 22J 354651/7263307)

Encontros ocasionais (adaptado de SAWAYA *et al.*, 2008): correspondeu ao registro de espécies por meio da procura visual e/ou auditiva aleatória fora das quatro áreas amostrais (entorno do reservatório), assim como de animais (especialmente serpentes e lagartos) encontrados vivos e/ou mortos em estradas da região durante os deslocamentos com veículo automotor até as áreas de amostragem. Estes registros serviram para incrementar a lista de espécies da região, não sendo, porém, considerados nas análises entre as áreas.

Para cada registro, após a identificação da espécie, foram anotados dados mesológicos e físicos como data, área amostral, coordenadas geográficas, método de amostragem, ambiente e outros dados que se julgaram relevantes.

- Análise dos Dados

A detecção de espécies raras e/ou endêmicas foi realizada por meio de consultas à literatura científica relacionada à distribuição geográfica dos táxons registrados (VALDUJO *et al.*, 2012; HADDAD *et al.*, 2013; AZEVEDO *et al.*, 2016; GARDA *et al.*, 2017; MOURA *et al.*, 2017). A identificação de espécies ameaçadas e de interesse conservacionista foi efetuada mediante consultas à lista dos anfíbios e répteis ameaçados de extinção no estado do Paraná (BÉRNILS *et al.*, 2004; SEGALLA & LANGONE, 2004), à lista da fauna brasileira

ameaçada de extinção, de acordo com a Portaria Nº 444 de 17 de dezembro de 2014 (MMA, 2014), à lista da *International Union for the Conservation of Nature – The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN, 2020) e os apêndices da *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2020), sendo estas duas últimas sob âmbito internacional.

A nomenclatura e arranjo taxonômico adotados no presente estudo seguem a proposta de Frost (2020) para anfíbios e Uetz *et al.* (2019) para répteis.

A partir dos dados levantados a herpetofauna foi caracterizada em função de estimativas de riqueza, abundância e diversidade entre os locais amostrados. A suficiência amostral de toda a área foi avaliada por meio da curva de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada, esta última considerando o índice Jackknife de primeira ordem, obtidas com uso do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013).

A diversidade de espécies das áreas amostrais e do conjunto delas foi determinada computando-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), utilizando-se o programa PAST 3.09 (HAMMER *et al.*, 2001).

- **Avifauna**

Obtenção de dados secundários

Antes do início da execução do monitoramento propriamente dito, um levantamento dos dados bibliográficos disponíveis na literatura foi realizado com o objetivo de se obter uma lista das espécies de provável ocorrência na área. Desta forma, foi confeccionada uma lista geral com as espécies previstas para os ambientes existentes na área de influência da PCH Cantu 2, onde são assinadas aquelas efetivamente foram registradas durante o monitoramento da avifauna. Para esta compilação foi feita uma atualização taxonômica, utilizando-se a última revisão do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2015).

Métodos empregados

Registros visuais (observação direta)

Durante todo o período de permanência na área de estudo houve contatos visuais com elementos da avifauna. Com o auxílio de equipamentos ópticos específicos (binóculos 8x42 mm), caracteres morfológicos importantes das espécies foram observados, permitindo uma correta identificação dos táxons.



Figura 9.3.2.7 – Ornitólogo observando ave durante a campanha do monitoramento de fauna da PCH Cantu 2.

Registros auditivos (bioacústicos)

O registro auditivo consiste no reconhecimento das emissões vocais das espécies em questão. Cada espécie de ave possui vocalizações exclusivas e a experiência dos pesquisadores permite sua correta identificação. A técnica de *playback* também foi utilizada para se obter uma melhor visualização de espécies crípticas, ou mesmo registrá-las fotograficamente.

Registros fotográficos

Registros fotográficos estão sendo feitos durante o estudo com objetivo de se obter material comprobatório da ocorrência das espécies na Área de Influência Direta da PCH Cantu 2. Desta forma, é obtida a confirmação da ocorrência de determinadas aves sem a necessidade de coleta de material biológico. Para tanto, é utilizado material fotográfico profissional, o equipamento

utilizado para registros fotográficos foi Câmera Nikon D7100 + Lente Nikon Nikkor 70-300 VR.

Registros indiretos

Vestígios de aves encontradas em toda a região avaliada são considerados válidos caso a identificação da espécie seja possível. Carcaças encontradas nas estradas, provenientes de aves atropeladas, são um excelente material comprobatório, bem como, poleiros de caça e descanso. Especialmente no caso de corujas e outros predadores. Penas ou demais fragmentos podem ser uma importante fonte de dados indiretos, uma vez que podem confirmar a existência de espécies chave quando encontrados.

Adicionalmente, durante a coleta de dados em campo, são anotados os tipos de ambientes utilizados pelas espécies, estratos da vegetação ocupados, desenvolvimento de atividades reprodutivas e de forrageamento, entre outros. Na análise dos resultados, os seguintes parâmetros foram tabulados: riqueza específica, ambientes de ocorrência, habitats utilizados, período principal de atividade, estado de conservação das populações e relações com o homem.

Com intuito de abranger a área de amostragem, espécies que se encontravam próximas ao empreendimento, mas fora dos pontos amostrais também foram registradas e contabilizadas na riqueza total da área de influência da PCH Cantu 2, mas excluídas na comparação das unidades amostrais.

Esforço amostral

Foram despendidos cinco dias de amostragem por campanha durante o monitoramento da PCH Cantu 2, período no qual quatro pontos amostrais são contemplados pelos principais métodos acima mencionados. Este esforço totaliza 48 horas de observação por campanha ou totalizou 672 horas até o presente momento da etapa pós-enchimento.

Análise dos dados

A suficiência amostral é avaliada mediante a curva de registros acumulados das espécies. As curvas de acumulação de espécies ou curvas do coletor são um excelente procedimento para avaliar o quanto a metodologia testada se aproximou de identificar as espécies da área de estudo. As análises

são realizadas com base na matriz de dados de presença/ausência das espécies ao longo das campanhas. As curvas do coletor foram calculadas para o total das espécies amostradas por método sistematizado objetivando estimar a suficiência amostral obtida nas áreas.

A diversidade é calculada mediante a utilização do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener. Índices baseados nas abundâncias proporcionais das espécies são as medidas de diversidade mais utilizadas em ecologia.

A análise de *Cluster* será utilizada ao final do monitoramento para comparar a riqueza de espécies entre as quatro áreas amostrais por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis (KREBS, 1989), usando o modo de agrupamento *Group Average*, o qual permite maximizar a correlação entre as amostras.

- **Mastofauna**

Entre os dias 26 e 30 de outubro de 2020 foi realizada uma campanha do monitoramento da mastofauna nos quatro sítios amostrais na Área de Influência da PCH Cantu 2.

Os dados descritos neste estudo foram obtidos por meio de levantamento de dados secundários (literatura, coleções de museus) e duas campanhas de amostragem em campo. O levantamento de dados secundários incluiu informações de Estudos de Impacto Ambiental já conduzidos na bacia do rio Cantu e do rio Piquiri, e dados disponíveis em artigos científicos e na coleção científica do Museu de História Natural Capão da Imbuia.

O enquadramento taxonômico seguiu o proposto por Abreu *et. al.* 2012.

As comunidades de mamíferos terrestres que habitam as diversas regiões do Brasil apresentam espécies de tamanhos, hábitos, formas, e comportamentos variados (Reis et al., 2006). Desta forma, os mamíferos foram categorizados de acordo com o método apropriado de amostragem para cada grupo. Neste estudo, foi adotada a seguinte categorização: (1) pequenos mamíferos não voadores (pequenos roedores e marsupiais) e (2) mamíferos de médio e grande porte (roedores médios e grandes, Xenarthra, Carnivora, Artiodactyla,

Lagomorpha e Primates). Abaixo, foram descritos os métodos utilizados para a amostragem de cada grupo.

Pequenos mamíferos

Foram considerados pequenos mamíferos aqueles pertencentes às ordens Rodentia (pequenos roedores) e Didelphimorphia (pequenos marsupiais), cujas massas corporais não alcançam um quilograma.

A amostragem de pequenos mamíferos foi realizada pelo emprego de métodos de armadilhas (*live traps*) com iscas de atração e de interceptação. Para o método de armadilhamento foram utilizadas 12 armadilhas em cada ponto amostral, sendo 10 armadilhas modelo *Sherman* e duas modelo *Tomahawk*. As armadilhas foram providas com iscas compostas por banana, fubá, doce de amendoim, toucinho e sal grosso, permanecendo ativas por uma noite em cada ponto amostral a cada campanha, totalizando 48 armadilhas-noite por campanha. Em cada manhã subsequente a uma noite de amostragem, as armadilhas foram revisadas e as iscas substituídas quando necessário. Os animais capturados foram retirados das armadilhas e identificados em campo, posteriormente soltos de volta à natureza.



Figura 9.3.2.8 – Armadilha modelo *Sherman* para captura de pequenos mamíferos. PCH Cantu 2



Figura 9.3.2.9 – Armadilha modelo *Tomahawk* para captura de pequenos mamíferos. PCH Bela Vista

O método de interceptação também foi utilizado para capturar pequenos mamíferos, sendo instalados conjuntos de *pitfalls* em cada ponto amostral, conforme detalhamento apresentado para herpetofauna. O esforço despendido

por este método totalizou 16 baldes-noite. As revisões e procedimentos pós-coleta dos baldes foram feitos nos mesmos moldes dos procedimentos utilizados para as armadilhas *live trap*.

Também foram utilizadas câmeras trap, modelo super scouter, na tentativa de capturar pequenos e/ou grandes mamíferos. Em cada ponto amostral foram instaladas duas câmeras, ficando em campo durante 24 horas, totalizando 48 horas-dia de esforço amostral. Cada câmera foi provida com isca de banana, doce de amendoim, fubá, sal grosso e sardinha, com intuito de atrair os animais.

- **Entomofauna**

As amostragens durante a campanha do monitoramento da entomofauna (melissofauna) da PCH Cantu 2 foram executadas por meio da aplicação do método de armadilhas de cheiro.

A técnica consiste em um pote com água, onde é pingado uma quantidade de essência no interior e uma gota de detergente neutro para que a tensão superficial da água se quebre, e desta maneira os insetos são capturados; usamos as fragrâncias Eugenol e Eucaliptol como essências atrativas. O objetivo é atrair as abelhas para as iscas e fazer que o coletor tenha acesso a estas com mais facilidade.

Os resultados da campanha de outubro de 2020 do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre estão apresentados no ANEXO II.

9.3.3 Resultados

A seguir serão apresentados os resultados obtidos por táxons (Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna e Entomofauna) nas campanhas realizadas em abril e outubro de 2020.

9.3.3.1 Herpetofauna

Ao final das duas campanhas realizadas em abril e outubro de 2020 foram registradas 14 espécies da herpetofauna, correspondendo a 78% das 18 espécies assinaladas para a área nas doze campanhas anteriores da fase de

operação do empreendimento. Duas delas, os anuros *Crossodactylus schmidti* e *Proceratophrys avelinoi*, não haviam sido observadas anteriormente em ambas as etapas de construção e operação da usina (Tabela 9.3.3.1).

Tabela 9.3.3.1.1 – Lista das espécies de anfíbios e répteis registradas durante o monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Táxon	Fase de Construção	Fase de Operação - 1ª a 12ª campanha					Fase de Operação - 13ª campanha					Fase de Operação - 14ª campanha					Método
		MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	
Amphibia																	
Anura																	
Bufonidae																	
<i>Rhinella diptycha</i>	X	11	15	12	8	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	AIQ; ASR; PSL
<i>Rhinella icterica</i>	X																
<i>Rhinella sp.</i>	X																
Centrolenidae																	
<i>Vitreorana uranoscopa</i>	X																
Hylidae																	
<i>Boana albopunctata</i>	X																
<i>Boana caingua</i>	X																
<i>Boana faber</i>	X	2	4	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ASR; PSL
<i>Boana prasina</i>	X	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	ASR
<i>Boana raniceps</i>	X																
<i>Dendropsophus minutus</i>	X	7	13	6	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	ASR
<i>Dendropsophus nanus</i>	X	15	14	14	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	ASR
<i>Scinax fuscovarius</i>	X	8	7	5	4	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	ASR; PSL
<i>Trachycephalus sp.</i>	X																
Hylodidae																	
<i>Crossodactylus schmidti</i>		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	ASR
<i>Crossodactylus sp.</i>	X																
Leptodactylidae																	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	X	7	10	6	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	ASR; PSL

<i>Leptodactylus latrans</i>	X	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	ASR; PSL
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AIQ
<i>Physalaemus cuvieri</i>	X	5	4	5	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	ASR; PSL
Microhylidae																	
<i>Elachistocleis bicolor</i>	X	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ASR; PSL
Odontophrynidae																	
<i>Odontophrynus americanus</i>	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AIQ
<i>Proceratophrys avelinoi</i>		0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ASR
<i>Proceratophrys bigibbosa</i>	X																
Phyllomedusidae																	
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	ASR
Reptilia																	
Testudines																	
Chelidae																	
<i>Phrynops sp.</i>	X																
Squamata																	
Sauria																	
Gekkonidae																	
<i>Hemidactylus mabouia</i>	X																
Teiidae																	
<i>Salvator merianae</i>	X	3	2	2	1	7	0	0	0	0	0	3	2	3	3	1	EOC; PSL
Ophidia																	
Dipsadidae																	
<i>Erythrolamprus miliaris</i>	X																
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	X	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL
<i>Ptychophis flavovirgatus</i>		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL
<i>Thamnodynastes strigatus</i>		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL

Viperidae																		
<i>Bothrops jararaca</i>	X	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL
<i>Crotalus durissus</i>	X	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	EOC; PSL
Anomalepididae																		
<i>Liotyphlops beui</i>	X																	
Número total de espécies	30	14	11	15	8	2	5	4	2	2	1	4	8	3	2	1		
		18					11					11						
Número total de registros		68	75	60	25	8	9	6	3	2	1	7	13	5	6	1		
		236					21					32						

Legenda: Área: **ENT** – entorno do reservatório. **Método:** **AIQ** – captura com armadilhas de interceptação e queda; **ASR** – amostragem em sítio de reprodução; **EOC** – encontros ocasionais; **PSL** – procura sistematizada limitada por tempo.

Doze espécies pertencem ao grupo dos anfíbios anuros, distribuídas entre as famílias Bufonidae (uma espécie), Hylidae (4), Hylodidae (1), Leptodactylidae (3), Microhylidae (1), Odontophrynidae (1) e Phyllomedusidae (1). Duas espécies são répteis, divididas em lagartos (Teiidae: uma espécie) e serpentes (Viperidae: 1).

Analisando-se as curvas de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada geradas ao final da décima quarta campanha, verifica-se que as mesmas demonstraram-se ascendentes, indicando que mais espécies deverão ocorrer na região. A riqueza estimada para a área foi de 27 espécies (Figura 9.3.3.1.1).

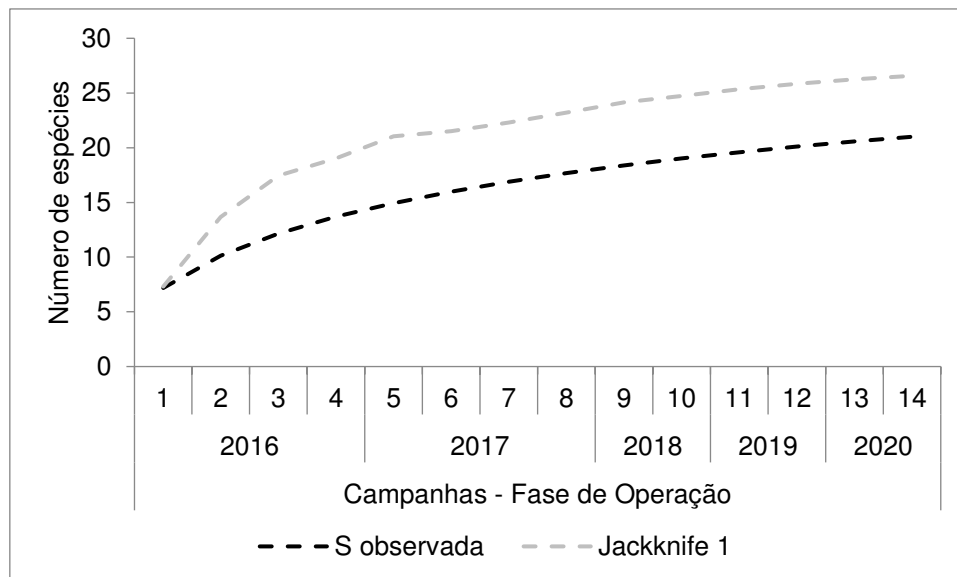


Figura 9.3.3.1.1- Curvas de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada em função do número de campanhas na fase de operação obtidas ao longo do monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Das quatorze espécies registradas, oito foram encontradas na MD01, dez na MD02, quatro na ME01, três na ME02, e duas no entorno do reservatório.

Um total de 53 indivíduos foi registrado, sendo 16 espécimes assinalados na MD01, 19 na MD02, oito na ME01, oito na ME02 e dois no entorno do reservatório.

Somadas as duas campanhas, a maior diversidade de espécies foi observada para a MD02 (2,23 nats.indivíduo), seguida da MD01 (1,89

nats.indivíduo), ME01 (1,32 nats.indivíduo) e ME02 (0,97 nats.indivíduo). A diversidade de todas as áreas juntas foi superior aos valores de cada uma delas individualmente (2,44 nats.indivíduo) (Tabela 9.3.3.1.2).

Tabela 9.3.3.1.2 – Valores de diversidade obtidos ao final da décima quarta campanha da fase de operação para cada área amostral e para todas elas consolidadas durante o monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Índice	Área				
	1ª a 12ª campanha				
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
Riqueza	14	11	15	8	18
Abundância	68	75	60	25	228
Diversidade (H')	2,32	2,12	2,29	1,85	2,31
13ª a 14ª campanha					
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
Riqueza	8	10	4	3	13
Abundância	16	19	8	8	51
Diversidade (H')	1,89	2,23	1,32	0,97	2,44

Sob o ponto de vista ecológico, os anuros *Dendropsophus minutus*, *D. nanus*, *Elachistocleis bicolor*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus cuvieri*, *Rhinella diptycha* e *Scinax fuscovarius*, e a serpente *Crotalus durissus*, habitam preferencialmente ambientes abertos. Nas áreas amostrais, *D. minutus*, *D. nanus*, *E. bicolor*, *L. fuscus*, *P. cuvieri*, *R. diptycha* e *S. fuscovarius* foram observados junto à borda da floresta. O anuro *Crossodactylus schmidtii* habita exclusivamente ambientes florestais. Já os anuros *Boana prasina*, *Leptodactylus latrans*, *Phyllomedusa tetraploidea* e *Proceratophrys avelinoi*, e o lagarto *Salvator merianae*, ocupam tanto áreas abertas como habitats de mata (Tabela 9.3.3.1.3).

Tabela 9.3.3.1.3 – Aspectos ecológicos e conservacionistas das espécies de anfíbios e répteis registradas ao longo das campanhas de monitoramento da herpetofauna na fase de operação da PCH Cantu 2

Táxon	Nome Popular	Hábitat	Endêmica da Mata Atlântica	Status de Conservação			
				Estadual	Nacional	Internacional	
				Paraná	Brasil	IUCN	CITES
Amphibia							
Anura							

Táxon	Nome Popular	Hábitat	Endêmica da Mata Atlântica	Status de Conservação			
				Estadual	Nacional	Internacional	
				Paraná	Brasil	IUCN	CITES
Bufonidae							
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	AA	Não	-	-	LC	-
Hylidae							
<i>Boana faber</i>	Sapo-ferreiro	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Boana prasina</i>	Perereca-verde	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Dendropsophus minutus</i>	Pererequinha-do-brejo	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Dendropsophus nanus</i>	Pererequinha-do-brejo	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	AA	Não	-	-	LC	-
Hylodidae							
<i>Crossodactylus schmidti</i>	Rãzinha-de-riacho	FL	Sim	-	NT	NT	-
Leptodactylidae							
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rãzinha-assobiadora	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Leptodactylus latrans</i>	Rã-manteiga	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Rãzinha-assobiadora	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã-cachorro	AA	Não	-	-	LC	-
Microhylidae							
<i>Elachistocleis bicolor</i>	Sapo-guardinha	AA	Não	-	-	LC	-
Odontophrynidae							
<i>Odontophrynus americanus</i>	Sapo-boi	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	Sapo-de-chifres	AA/FL	Sim	-	-	LC	-
Phyllomedusidae							
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	Perereca-macaco	AA/FL	Não	-	-	LC	-
Reptilia							
Squamata							
Sauria							
Teiidae							
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	AA/FL	Não	-	-	LC	All
Ophidia							
Dipsadidae							
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	Cobra-capim	AA	Não	-	-	-	-
<i>Ptychophis flavovirgatus</i>	Cobra-espada-d'água	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	Corredeira-grande	AA/FL	Não	-	-	LC	-
Viperidae							
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca	FL	Não	-	-	LC	-

Táxon	Nome Popular	Hábitat	Endêmica da Mata Atlântica	Status de Conservação			
				Estadual	Nacional	Internacional	
				Paraná	Brasil	IUCN	CITES
<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel	AA	Não	-	-	LC	-

Legenda: Hábitat: AA – área aberta; FL - floresta. **Status de Conservação:** All – Apêndice II (espécies que podem vir a se tornar ameaçadas de extinção caso seu comércio não seja controlado); LC – Pouco Preocupante; NT – Quase Ameaçada.

Espécies que mantêm estreita e complexa relação de interdependência com os ambientes em que vivem são altamente sensíveis, e em função destas características, têm sido reconhecidas como excelentes indicadoras de qualidade ambiental. Para a área de estudo destaca-se a presença da rãzinha-de-riacho (*Crossodactylus schmidtii*), registrada na MD02, por representar uma forma estritamente florestal, associada a córregos de águas límpidas e fundo pedregoso de interior de floresta, e bastante sensível a alterações na cobertura florestal. Sua ocorrência naquele local sugere um bom estado de conservação daquele ambiente.

Crossodactylus schmidtii e o sapo-de-chifres (*Proceratophrys avelinoi*) são endêmicos do bioma Mata Atlântica (Tabela 9.3.3.1.3).

A serpente cascavel (*Crotalus durissus*) representa uma espécie de interesse médico. Além de possuir uma peçonha bastante tóxica, ocupa naturalmente ambientes antropizados, representando maiores riscos de acidentes para a população local e animais de criação.

Dois espécies apresentam caráter cinegético, a rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*) e o lagarto teiú (*Salvator merianae*). A primeira trata-se de um anuro de tamanho médio e porte robusto, podendo alcançar até 12 centímetros de comprimento. O segundo é uma espécie de grande porte, que pode atingir 1,4 metros e pesar até 5 quilos. Ambos são objeto da atividade de caça devido à sua carne ser ainda bastante apreciada, especialmente em áreas rurais ou em localidades de menor desenvolvimento socioeconômico. Assim como o lagarto teiú também é abatido por ser considerado um animal daninho, por invadir galinheiros e preda ovos e pintos. Contudo, não foram observados indícios de atividade de caça sobre estes animais na região.

Nenhuma espécie registrada nas duas campanhas encontra-se ameaçada de extinção nos três níveis avaliados. Porém, cabe mencionar que a rãzinha-de-riacho (*Crossodactylus schmidtii*) está enquadrada nacional e internacionalmente na categoria “Quase Ameaçada” (Tabela 4.1.2.3). Também não foram observadas espécies raras, pouco conhecidas da ciência, exóticas e/ou invasoras.

As Figuras 9.3.3.1.2 a 9.3.3.1.5 ilustram algumas espécies da herpetofauna registradas na 13ª e 14ª campanha de monitoramento da fauna terrestre da PCH Cantu 2.



Figura 9.3.3.1.2 – *Rhinella diptycha* (sapo-cururu) registrada por meio da procura sistematizada limitada por tempo na MD02 (22J 354257/7264492)



Figura 9.3.3.1.3 – *Dendropsophus minutus* (pererequinha-do-brejo) registrado por meio da amostragem em sítio de reprodução na MD02 (22J 354359/7264390)



Figura 9.3.3.1.4 – *Scinax fuscovarius* (perereca-banheiro) registrada por meio da amostragem em sítio de reprodução na MD02 (22J 354368/7264557)



Figura 9.3.3.1.5 – *Elachistocleis bicolor* (sapo-guardinha) registrado por meio da procura sistematizada limitada por tempo na MD01 (22J 352690/7262432)

9.3.3.2 Avifauna

Durante a execução da campanha realizada em abril de 2020 do monitoramento da avifauna da PCH Cantu 2 foram registradas 109 espécies, enquanto que a campanha realizada em outubro de 2020 apresentou 124 espécies, se somado o montante registrado para o ano com base nessas duas campanhas foram registradas 155 espécies. Este valor é considerado alto, tendo-se em vista que em 2016 foram registradas 164 espécies, onde foram realizadas 4 campanhas de monitoramento, em 2017 foram registradas 160 espécies, em 4 campanhas, em 2018 detectou-se 89 espécies em 2 campanhas e em 2019 foram registradas um total de 167 espécies, em 2 amostras. Durante o período de construção da PCH Cantu 2 (2013-2015), houve o registro de 203 espécies de aves, ao longo de seis campanhas.

Ao todo foram registradas 234 espécies nos quatro pontos amostrados no reservatório da PCH Cantu 2 no período de operação da mesma. Isso demonstra que existe uma variação na riqueza de espécies nos períodos de amostragem.

Se consideradas as espécies registradas durante o período de construção da PCH Cantu 2, ao menos ocorrem 259 espécies para a Área de Influência do Reservatório. No entanto, ressalta-se que as amostragens realizadas durante o período de construção foram em Sítios Amostrais diferentes dos realizados durante a fase de operação. A amostragem atual apresenta 59,8% da comunidade avifaunística registrada para a região, e 66,2% da comunidade de aves com registro para a fase de operação.

Tabela 9.3.3.2.1 - Lista das espécies compiladas para a área de influência da PCH Cantu 2, com a indicação daquelas efetivamente registradas em campo. Legenda:; Local = Ponto amostral em que a espécie foi detectada (MD01 = Margem Direita 01; MD02 = Margem Direita 2; ME01 = Margem Esquerda 1; ME02 = Margem Esquerda 2) (ENT = entorno); Fase = campanha em que a espécie foi registrada; Evidenciado em **amarelo** = registro inédito não contemplado registrado anteriormente na fase de construção; em **vermelho** = primeiro registro para o fase de operação, tendo sido registrado anteriormente na fase de construção.

Enquadramento taxonômico	Nome Vulgar	Construção						13ª Campanha					14ª Campanha					
			2016	2017	2018	2019	ME01	MD01	ME02	MD02	Entorno	ME01	MD01	ME02	MD02			
Tinamiformes Huxley, 1872																		
Tinamidae Gray, 1840																		
<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	inambuguaçu	x	x	x		x								x	x			
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	inambu-chororó	x	x	x		x												
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	inambu-chintã	x	x	x	x	x		x										
<i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck, 1815)	perdiz	x	x	x		x		x										
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	codorna-amarela			x		x				x								x
Anseriformes Linnaeus, 1758																		
Anatidae Leach, 1820																		
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	x	x	x														x
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-cabocla					x												
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato	x	x	x		x												
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	ananaí	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	
Galliformes Linnaeus, 1758																		
Cracidae Rafinesque, 1815																		

<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	x					x		x					x		x	x
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
Accipitriformes Bonaparte, 1831																	
Pandionidae Bonaparte, 1854																	
Accipitridae Vigors, 1824																	
<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-gato		x												x		
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	caracoleiro		x														
<i>Elanoides forficatus</i> (Linnaeus, 1758)	gavião-tesoura	x					x										
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	x															
<i>Accipiter striatus</i> Vieillot, 1808	tauató-miúdo		x	x			x										
<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	sovi	x	x	x			x										
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	x															
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x
Gruiformes Bonaparte, 1854																	
Rallidae Rafinesque, 1815																	
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	x															
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	saracura-do-mato	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)	saracura-sanã			x													
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	galinha-d'água	x		x			x										
<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	x															
Charadriiformes Huxley, 1867																	
Charadriidae Leach, 1820																	
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	x	x	x	x	x			x	x	x			x	x	x	x
Scolopacidae Rafinesque, 1815																	
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário	x		x													

<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico-de-perna-amarela		x	x														
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854																		
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	x	x	x	x	x					x							
Columbiformes Latham, 1790																		
Columbidae Leach, 1820																		
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou		x	x	x				x		x							x
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	x																
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	x		x														
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	asa-branca	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega	x	x	x		x				x		x	x					
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-de-testa-branca	x				x	x	x	x	x		x	x					
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	pariri					x												
Cuculiformes Wagler, 1830																		
Cuculidae Leach, 1820																		
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x			
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	papa-lagarta													x	x	x		
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	anu-coroca			x											x			
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x			
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x					
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	x	x	x	x	x						x	x	x	x			
<i>Dromococcyx pavoninus</i> Pelzeln, 1870	peixe-frito-pavonino	x	x	x								x		x				
Strigiformes Wagler, 1830																		

<i>Phaethornis eurynome</i> (Lesson, 1832)	rabo-branco-de-garganta-rajada	x																	
<i>Florisuga fusca</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto	x		x															
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-de-veste-preta																		x
<i>Stephanoxis loddigesii</i> (Gould, 1831)	beija-flor-de-topete-azul	x	x	x	x	x													
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	x	x	x															x
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-fronte-violeta	x							x										
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812)	beija-flor-dourado		x	x	x	x													
<i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-papo-branco	x																	x
Trogoniformes A. O. U., 1886																			
Trogonidae Lesson, 1828																			
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x			
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucuá-dourado		x																x
Coraciiformes Forbes, 1844																			
Alcedinidae Rafinesque, 1815																			
<i>Megasceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	x	x	x	x	x			x			x							x
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	x	x	x	x	x	x					x	x						
Momotidae Gray, 1840																			
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot, 1818)	juruva	x	x	x	x	x			x	x				x					x
<i>Nystalus chacuru</i> (Vieillot, 1816)	joão-bobo		x																
Piciformes Meyer & Wolf, 1810																			
Ramphastidae Vigors, 1825																			

<i>Ramphastos dicolorus</i> Linnaeus, 1766	tucano-de-bico-verde	x	x	x														
<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	araçari-castanho	x	x	x	x													
Picidae Leach, 1820																		
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	picapauzinho-de-coleira	x	x	x	x	x	x	x		x					x	x		
<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco	x	x			x												
<i>Melanerpes flavifrons</i> (Vieillot, 1818)	benedito-de-testa-amarela	x	x	x	x	x												
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	picapauzinho-verde-carijó	x	x	x		x	x	x							x	x	x	x
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	x	x	x		x	x	x	x	x							x	
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	x	x	x	x	x		x										x
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-cabeça-amarela					x												x
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca	x		x		x		x										
Cariamiformes Fürbringer, 1888																		
Cariamidae Bonaparte, 1850																		
<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	seriema	x		x														
Falconiformes Bonaparte, 1831																		
Falconidae Leach, 1820																		
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	x	x	x	x	x	x	x		x				x	x	x	x	x
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	x	x	x						x								x
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acauiã		x	x	x	x												
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio							x										
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	x	x	x														
<i>Falco ruficularis</i> Daudin, 1800	cauré					x												
<i>Falco femoralis</i> Temminck, 1822	falcão-de-coleira	x	x															

Psittaciformes Wagler, 1830																			
Psittacidae Rafinesque, 1815																			
1776) <i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller,	periquitão	x	x	x	x	x	x	x		x									
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba	x	x			x													
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	x																	
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	x	x	x	x	x		x		x									
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca	x	x	x		x	x			x									
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio		x			x													
Passeriformes Linnaeus, 1758																			
Thamnophilidae Swainson, 1824																			
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	x				x	x											x	x
1822) <i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Temminck,	chorozinho-de-asa-vermelha	x				x													
<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada		x	x															
<i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816	choca-de-chapéu-vermelho	x	x	x	x														
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x				
<i>Hypoedaleus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	x				x													
<i>Mackenziaena leachii</i> (Such, 1825)	borralhara-assobiadora	x	x	x															
<i>Mackenziaena severa</i> (Lichtenstein, 1823)	borralhara	x			x	x													x
<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	papa-taoca-do-sul	x																	x
<i>Drymophila malura</i> (Temminck, 1825)	choquinha-carijó	x																	
Conopophagidae Sclater & Salvin, 1873																			
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente	x	x	x	x	x				x								x	x
Rhinocryptidae Wetmore, 1926 (1837)																			
<i>Psilorhamphus guttatus</i> (Ménétriès, 1835)	tapaculo-pintado	x																	

Formicariidae Gray, 1840																			
<i>Chamaeza</i> sp.	tovaca	x																	
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha						x												
Dendrocolaptidae Gray, 1840																			
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	x	x	x	x	x			x		x					x			x
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	x							x		x					x			
<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (Cabanis & Heine, 1859)	arapaçu-escamoso-do-sul					x	x												
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-grande	x	x	x			x	x			x								
<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-garganta-branca	x	x	x															
Xenopidae Bonaparte, 1854																			
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	x							x										
Furnariidae Gray, 1840																			
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	x	x	x	x	x	x	x			x					x			x
<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	joão-porca	x		x	x	x													x
<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied, 1821)	barranqueiro-de-olho-branco	x					x												
<i>Philydor rufum</i> (Vieillot, 1818)	limpa-folha-de-testa-baia		x	x															
<i>Heliobletus contaminatus</i> Pelzeln, 1859	trepadorzinho	x																	
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	trepador-quiete	x	x	x															x
<i>Leptasthenura setaria</i> (Temminck, 1824)	grimpeiro	x																	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	x	x		x	x			x										
<i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819	pichororé	x	x	x	x	x			x	x	x					x	x	x	x
<i>Synallaxis cinerascens</i> Temminck, 1823	pi-puí	x				x													
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim		x	x	x														
<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	uí-pi										x								

<i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856	joão-teneném	x	x	x		x												
<i>Cranioleuca obsoleta</i> (Reichenbach, 1853)	arredio-oliváceo	x									x							
Pipridae Rafinesque, 1815																		
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará	x											x					x
Tityridae Gray, 1840																		
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim	x			x	x												
<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	anambé-branco-de-bochecha-parda		x	x		x												x
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-branco-de-rabo-preto		x	x		x		x										
<i>Pachyramphus viridis</i> (Vieillot, 1816)	caneleiro-verde	x				x												
<i>Pachyramphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	caneleiro	x																
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	x				x								x	x	x		
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-chapéu-preto	x	x	x	x	x							x	x				
Cotingidae Bonaparte, 1849																		
Platyrinchidae Bonaparte, 1854																		
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho	x	x			x	x	x		x								x
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907																		
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	cabeçudo	x	x	x	x	x		x	x	x			x					x
<i>Corythopsis delalandi</i> (Lesson, 1830)	estalador		x	x	x	x		x										x
<i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824)	borboletinha-do-mato	x																
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	x	x	x	x	x							x	x				
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846)	tororó	x	x	x	x	x			x						x			
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	miudinho	x																

<i>Hemitriccus diops</i> (Temminck, 1822)	olho-falso		x	x		x		x										
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	sebinho-de-olho-de-ouro		x	x		x												
<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro		x	x														
<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	barulhento					x												
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	x	x	x														
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande		x			x												
<i>Elaenia parvirostris</i> Pelzeln, 1868	tuque-pium	x										x						
<i>Elaenia mesoleuca</i> (Deppe, 1830)	tuque	x				x							x	x				
<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)	guaracava-cinzenta	x																
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada		x	x		x						x						
<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichtenstein, 1823)	marianinha-amarela	x	x	x		x												
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	alegrinho	x	x	x	x	x												
<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	x										x						
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	irré	x				x				x								
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	x			x	x												
<i>Sirystes sibilator</i> (Vieillot, 1818)	gritador		x	x														
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x					x
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	x				x						x						
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	x	x	x	x	x						x	x	x	x			
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x			
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x						x
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	x	x	x	x	x						x	x	x	x			
<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802	tesourinha	x	x	x	x	x						x	x	x	x			

<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peitica	x				x						x	x		
<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha	x	x	x				x							
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	filipe	x													
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada		x	x											
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha		x	x											
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu	x				x									
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	x	x	x											
<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	papa-moscas-cinzento	x	x			x									
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	suiriri-pequeno		x	x	x										
<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	primavera							x		x					
<i>Xolmis velatus</i> (Lichtenstein, 1823)	noivinha-branca	x	x	x											
Vireonidae Swainson, 1837															
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Hylophilus poicilotis</i> Temminck, 1822	verdinho-coroado	x				x	x			x					
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruvicara	x	x	x	x	x									
Corvidae Leach, 1820															
<i>Cyanocorax chrysops</i> (Vieillot, 1818)	gralha-picaça	x	x	x	x	x	x	x		x					
Hirundinidae Rafinesque, 1815															
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	x	x	x		x	x	x	x	x					
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	x	x	x											
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	x	x	x		x						x		x	x
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	x	x	x		x	x		x			x		x	
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-sobre-branco					x									
Troglodytidae Swainson, 1831															

<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x
Donacobiidae Aleixo & Pacheco, 2006															
Turdidae Rafinesque, 1815															
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	x	x	x	x	x		x				x	x	x	x
<i>Turdus subalaris</i> (Seebohm, 1887)	sabiá-ferreiro					x									
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	x			x	x		x							
Mimidae Bonaparte, 1853															
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	x	x	x	x	x		x		x		x	x		x
<i>Mimus triurus</i> (Vieillot, 1818)	calhandra-de-três-rabos									x					
Motacillidae Horsfield, 1821															
<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855	caminheiro-zumbidor	x											x		
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850															
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	x	x	x	x	x								x	
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947															
<i>Setophaga pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra	x	x	x		x						x	x	x	x
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Myiothlypis leucoblephara</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
<i>Myiothlypis rivularis</i> (Wied, 1821)	pula-pula-ribeirinho		x	x	x										
Icteridae Vigors, 1825															
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	japuira	x													
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	guaxe	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	

<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro	x	x	x		x												
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	pássaro-preto					x				x								
<i>Pseudoleistes guirahuro</i> (Vieillot, 1819)	chopim-do-brejo	x				x												
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chupim	x	x	x		x				x				x				x
<i>Sturnella superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	x	x	x	x	x												
Thraupidae Cabanis, 1847																		
<i>Pipraeidea melanonota</i> (Vieillot, 1819)	saíra-viúva	x				x		x		x								
<i>Pipraeidea bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	sanhaço-papa-laranja					x												x
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788)	tietinga	x	x	x		x		x		x								x
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x
<i>Tangara preciosa</i> (Cabanis, 1850)	saíra-preciosa	x																
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho			x	x	x		x		x								
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	x	x	x		x				x								x
<i>Sicalis luteola</i> (Sparman, 1789)	tipio					x												
<i>Haplospiza unicolor</i> Cabanis, 1851	cigarra-bambu	x																
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto	x	x	x		x		x						x	x			
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	x	x	x	x	x									x			
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tiê-de-topete	x	x	x		x	x	x	x	x				x				x
<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei	x	x	x	x	x												x
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	tiê-preto	x	x	x		x	x	x		x								x
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	x				x												x
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	x	x	x	x	x												
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	x	x	x	x													
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	x	x	x		x		x		x				x				x
<i>Embernagra platensis</i> (Gmelin, 1789)	sabiá-do-banhado	x	x	x														

<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo		x	x											
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Microspingus cabanisi</i> Bonaparte, 1850	quete-do-sul	x													
<i>Pyrrhocomma ruficeps</i> (Strickland, 1844)	cabecinha-castanha	x	x												
Cardinalidae Ridgway, 1901															
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tiê-de-bando	x													
<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	azulão	x				x									
Fringillidae Leach, 1820															
<i>Spinus magellanicus</i> (Vieillot, 1805)	pintassilgo	x	x	x		x							x		
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo	x													x
<i>Euphonia chalybea</i> (Mikan, 1825)	cais-cais					x				x				x	
Passeridae Rafinesque, 1815															
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	x			x	x					x				

Conforme apresentado na Tabela 9.3.3.2.1 o sítio com maior riqueza considerando as duas campanhas realizadas em 2020 foi o MD-02, com 108 espécies registradas (78 spp. na campanha realizada em abril e 77 spp. na de outubro), seguido pelo sítio MD-01 com 105 espécies (80 spp. registradas em abril e 67 spp. em outubro). O sítio ME-01 apresentou 95 espécies (56 spp. registradas em abril e 74 spp. em outubro), enquanto que o sítio ME-02 apresentou um montante de 78 espécies (47 spp. em abril e 59 spp. em outubro).

Ambos os sítios da margem direita do reservatório foram mais diversos, tal fato deu-se pela condição dos períodos de ano no momento das amostragens, onde as duas áreas possuem maiores fragmentos florestais e maior quantidade de microambientes se comparado aos da margem esquerda, que se caracterizam por serem fragmentos com maiores extensões de borda e áreas abertas. Os sítios da margem direita além de apresentarem áreas abertas, semelhantes aos da margem esquerda, também apresentam fragmentos florestais com árvores de grande porte e sub-bosque denso, que permitem uma comunidade diferenciada de aves ocupar esses nichos.

Microambientes favorecem a ocorrência de espécies particulares, como alagados, áreas com ambientes florestados ou ilhas de vegetação, riachos, áreas abertas, ou mesmo no caso de aves que cantam ao amanhecer e entardecer apenas, a detecção das mesmas acaba por ser facilitado ou dificultado, dependendo de fatores diversos, como cercamentos, ausência de trilhas de acesso ou ambientes úmidos, ou mesmo pela percepção do observador.

Curva do Coletor

A campanha de abril de 2020 revelou a ocorrência de nove registros inéditos para o monitoramento na fase de operação, sendo quatro destes inéditos se consideradas as amostragens durante a fase de construção, enquanto que a campanha de outubro contribuiu com mais dez registros inéditos para o monitoramento na fase de operação, destes três não tinham sido registrados durante a fase de construção.

Embora ambas amostragens tenham sido realizadas nos mesmos sítios onde foram realizadas as doze campanhas anteriores, buscou-se percorrer o máximo de trilhas e ambientes durante o período de tempo proposto (12 horas por Área), buscando detectar todas as aves que manifestassem comportamentos diversos, como busca por alimento, vocalizando, em voo de deslocamento entre fragmentos ou planando em térmicas, nadando no lago do reservatório ou lagoas, campos abertos e ambientes florestados, bem como em áreas de entorno.

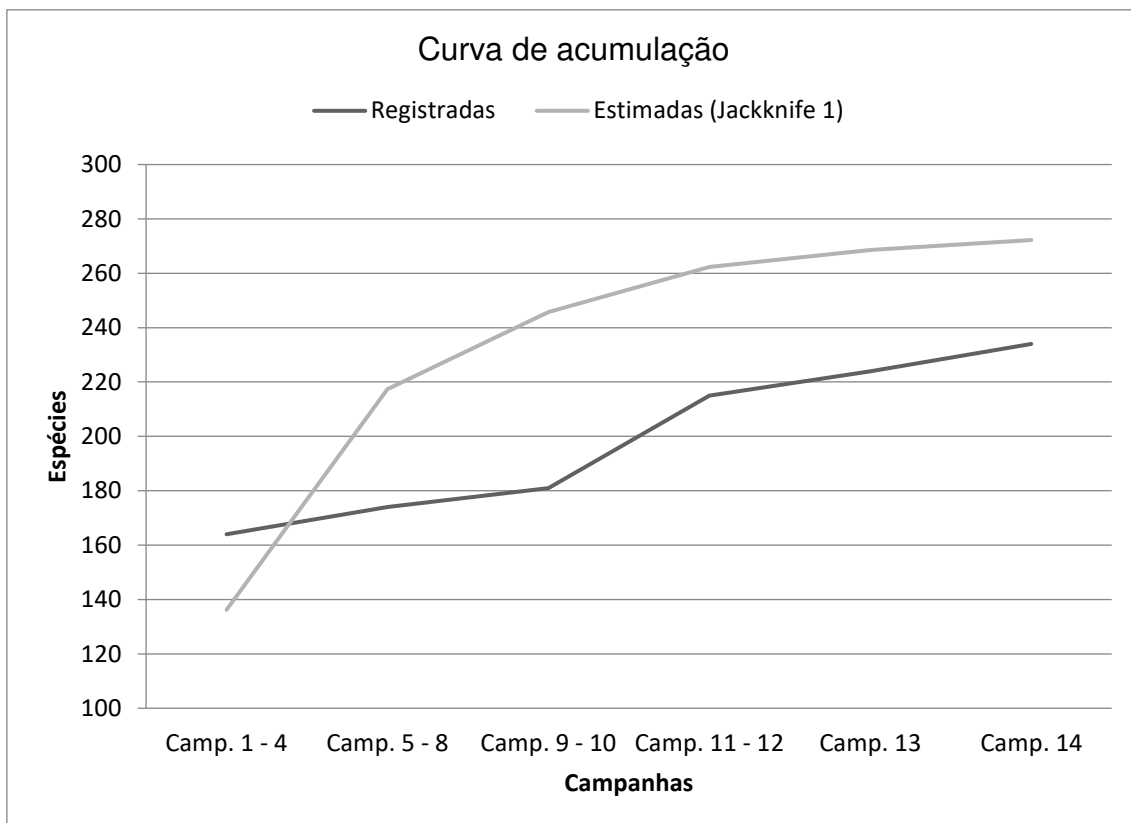


Figura 9.3.3.2.2 – Riqueza observada e estimada no monitoramento de aves durante a fase de operação da PCH Cantu 2.

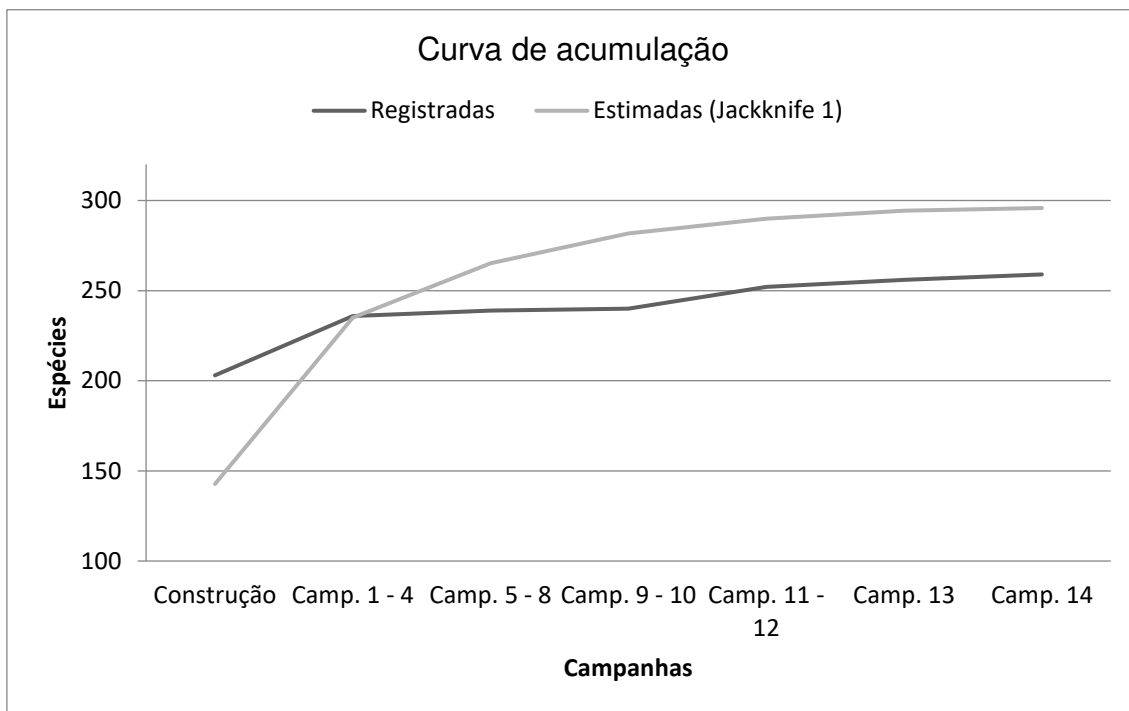


Figura 9.3.3.2..3 – Riqueza observada e estimada na PCH Cantu 2 durante as fases de construção e operação.

Ambas as curvas, contemplando apenas as campanhas de monitoramento na fase de operação, ou contemplando operação e fase de construção mostraram-se ascendentes, com registros inéditos nas campanhas 13 e 14. Com base no estimador *Jackknife 1*, para o período de operação, esperasse que ocorram 272 espécies para os Sítios Amostrais, sugerindo que possam ocorrer mais 38 espécies que ainda não foram registradas. Se considerar a fase de construção, estimasse que ocorram 295 espécies para a área do empreendimento, 36 a mais que o montante registrado até o momento. No entanto não se pode afirmar que esse número possa ser registrado em campanhas futuras, pois trata-se de uma estimativa. Da mesma forma, novos registros podem sugerir que novas espécies ainda poderão aparecer, mantendo o nível ascendente da curva estimada. Verificou-se que as curvas não se estabilizaram até o momento, o que pode ser um indicativo que outras espécies até então não observadas podem ocorrer na região.

As nove espécies com registros inéditos para a campanha 13 do monitoramento na fase de operação foram: *Syrigma sibilatrix* (maria-faceira),

Thalurania glaucopis (beija-flor-de-fronte-violeta), *Micrastur semitorquatus* (falcão-relógio), *Xiphorhynchus fuscus* (arapaçu-rajado), *Xenops rutilans* (bico-virado-carijó), *Synallaxis albescens* (uí-pi), *Cranioleuca obsoleta* (arredio-oliváceo), *Xolmis cinereus* (primavera) e *Mimus triurus* (calhandra-três-rabos).

As dez espécies com registros inéditos para a campanha 14 foram: *Coccyzus melacoryphus* (papa-lagarta), *Hydropsalis parvula* (bacurau-chintã), *Anthracothorax nigricollis* (beija-flor-de-veste-preta), *Leucochloris albicollis* (beija-flor-de-papo-branco), *Pyriglena leucoptera* (papa-taoca-do-sul), *Chiroxiphia caudata* (tangará), *Elaenia parvirostris* (tuque-pium), *Legatus leucophaeus* (bem-te-vi-pirata), *Anthus lutescens* (caminheiro-zumbidor) e *Euphonia violacea* (gaturamo).

As espécies *S. sibilatrix* (maria-faceira), *T. glaucopis* (beija-flor-de-fronte-violeta), *L. albicollis* (beija-flor-de-papo-branco), *X. fuscus* (arapaçu-rajado), *P. leucoptera* (papa-taoca-do-sul), *X. rutilans* (bico-virado-carijó), *C. obsoleta* (arredio-oliváceo), *C. caudata* (tangará) *E. parvirostris* (tuque-pium), *L. leucophaeus* (bem-te-vi-pirata), *A. lutescens* (caminheiro-zumbidor) e *E. violacea* (gaturamo) já tinham sido detectadas durante o período de construção da PCH Cantu 2, voltando a serem observadas no ano de 2020 (Tabela 9.3.3.2.2). O mesmo pode ocorrer com espécies que não foram observadas nos últimos anos de monitoramento, mas com novas amostragens, possivelmente podem voltar a serem registradas.

M. semitorquatus (falcão-relógio), *C. melacoryphus* (papa-lagarta), *H. parvula* (bacurau-chintã), *A. nigricollis* (beija-flor-de-veste-preta), *S. albescens* (uí-pi), *X. cinereus* (primavera) e *M. triurus* (calhandra-três-rabos) foram registros inéditos para a área de influência do empreendimento, se considerado todas as fases do monitoramento (períodos de construção e operação)..

Uma espécie de ave é considerada como “quase ameaçada” a nível estadual (IAP, 2018): *Euphonia chalybea* (cais-cais), a espécie foi registrada nas duas campanhas realizadas em 2020, em abril foi detectada no sítio MD02 e em outubro no sítio ME02. Ameaçadas a nível internacional (IUCN, 2020) e nacional (MMA, 2004) não foram detectadas durante as campanhas atuais.

Ao menos dez espécies registradas durante as campanhas no ano de 2020 sofrem pressão de caça para servir de alimento, são elas: *Crypturellus obsoletus* (inambuguaçu) *C. tataupa* (inambu-chintã), *Rhynchotus rufescens* (perdiz), *Nothura maculosa* (codorna-amarela), *Penelope obscura* (jacuguaçu), *P. superciliaris* (jacupemba), *Patagioenas picazuro* (asa-branca), *Leptotila verreauxi* (juriti-pupu), *L. rufaxilla* (juriti-de-testa-branca) e *Zenaida auriculata* (avoante). Embora sejam espécies com ampla distribuição dentro do território brasileiro, não se sabe informações sobre suas abundâncias regionalmente, e por serem potenciais dispersores de sementes, a retirada de espécimes pode causar desequilíbrio ambiental a longo prazo.

Algumas espécies sofrem pressão de caça para servirem como animais de estimação, ou pra abastecerem o tráfico de animais silvestres, como: *Psittacara leucophthalmus* (periquitão), *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo), *Pionus maximiliani* (maitaca), *Turdus* spp. (sabiás), *Zonotrichia capensis* (tico-tico), *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto), *Saltator similis* (trinca-ferro) e *Euphonia violacea* (gaturamo), o acompanhamento da manutenção da ocorrência dessas e outras espécies na região é de fundamental importância para a compreensão dos costumes locais e do grau de conservação dos ambientes nas áreas de influência da PCH Cantu 2.

Análises de similaridade

Com base nas campanhas 13 e 14 a riqueza de espécies obtidos em cada ponto amostral, pode-se dizer que o ponto MD 02 é aquele mais rico em espécies de aves (n = 108), seguido pelo ponto MD 01 (n = 105), ME 01 (n = 93) e ponto ME 02 (n = 78) (Figura 9.4.2.6) (Tabela 9.3.3.2.2).

Tabela 9.2.2.2 – Valores de similaridade para os Sítios Amostrais nas campanhas 13 e 14 no ano de 2020 com base em Bray-Curtis.

	ME 01	MD 01	ME 02	MD 02
ME 01	1	0.7272	0.7602	0.7263
MD 01	0.7272	1	0.6885	0.7323
ME 02	0.7602	0.6885	1	0.6774
MD 02	0.7263	0.7323	0.6774	1

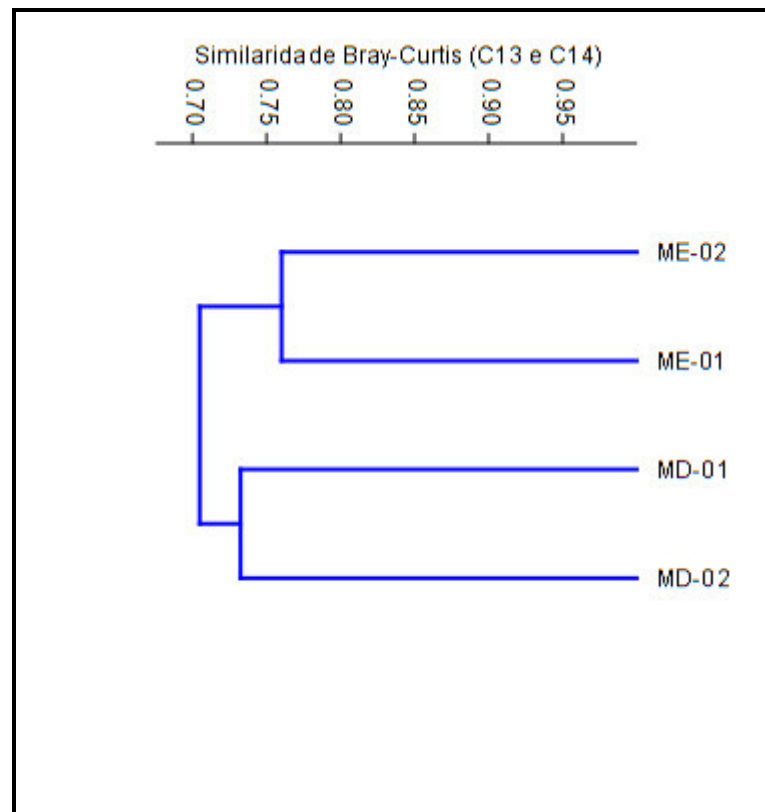


Figura 9.3.3.2.3 - Dendrograma gerado a partir da análise de *Cluster* com o objetivo de avaliar a similaridade entre os pontos amostrais na PCH Cantu 2, ano de 2020.

Nota-se que os sítios ME02 (Margem Esquerda 2) e ME01 (Margem Esquerda 1) são as áreas mais similares, com aproximadamente 76% de riqueza semelhante. E MD01 (Margem Direita 1) e MD02 (Margem Direita 2) apresentaram uma similaridade de 73%. MD02 e ME02 são mais dissimilares, com 67%. Nota-se que entre todos os sítios a similaridade fica bem próxima, fato dá-se pela proximidade das áreas e heterogeneidade de ambientes, que faz com que a maior parte das aves ocorrentes na região estejam presentes em várias áreas.

A diversidade encontrada para os Sítios Amostrais pode ser considerada alta, porém, como não se considera abundância nessas amostragens, apenas riqueza, não se pode tecer considerações, o que interfere em calculos de diversidade de Shannon-Wiener por exemplo. O sítio com maior diversidade registrada para as campanhas 13 e 14 foi a MD02 (Tabela 9.3.3.2.3).

Tabela 9.3.3.2.3 – Valores de diversidade de Shannon-Wiener (H') na campanha 13 para a avifauna na PCH Cantu 2.

Sítio	MD01	MD02	ME01	ME02
Diversidade (H')	4,654	4,682	4,533	4,357

As Figuras 9.3.3.2.3 a a 9.3.3.2.16 ilustram os registros de avifauna durante a 13ª (abril de 2020) e 14ª (outubro) campanhas de monitoramento da fauna da PCH Cantu 2.



Figura 9.3.3.2.3 – *Baryphthengus ruficapillus* (juruva). PCH Cantu 2. Abril de 2020

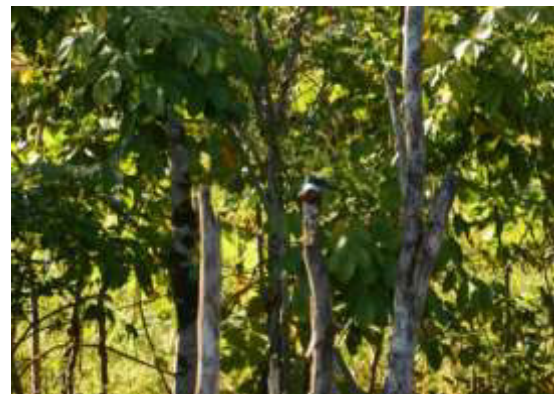


Figura 9.3.3.2.4 - *Chloroceryle amazona* (martim-pescador-verde). PCH Cantu 2. Abril de 2020

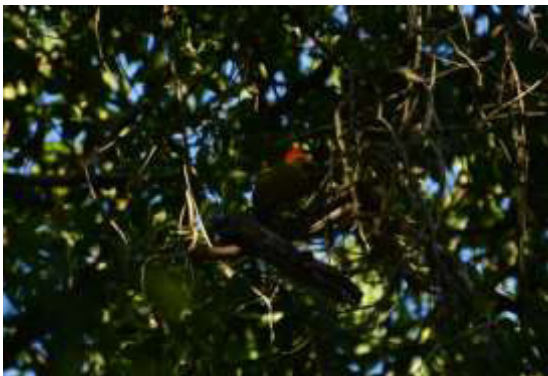


Figura 9.3.3.2.5 – *Colaptes melanochloros* (pica-pau-verde-barrado). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 9.3.3.2.6 – *Lochmias nematura* (joão-porca). PCH Cantu 2. Abril de 2020

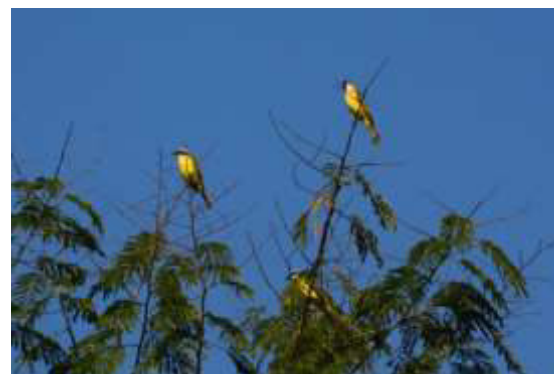


Figura 9.3.3.2.7 – *Myiarchus swainsoni* (irré).
PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 9.3.3.2.8 – *Myiozetetes similis*
(bentevizinho-de-penacho-vermelho). PCH
Cantu 2. Abril de 2020



Figura 9.3.3.2.9 – *Pipraeidea melanonota*
(saíra-viúva). PCH Cantu 2. Abril de 2020

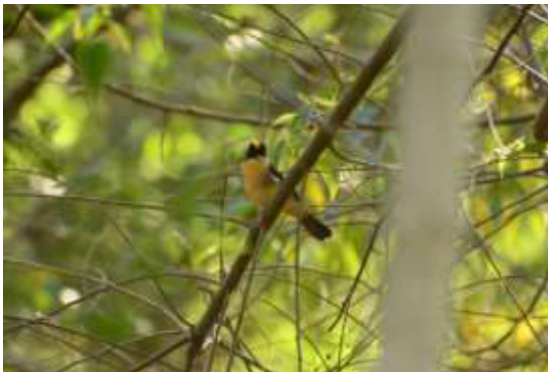


Figura 9.3.3.2.10 – *Psittacara
leucophthalmus* (periquitão). PCH Cantu 2.
Abril de 2020



Figura 9.3.3.2.11 – *Trichothraupis melanops*
(tiê-de-topete). PCH Cantu 2. Abril de 2020

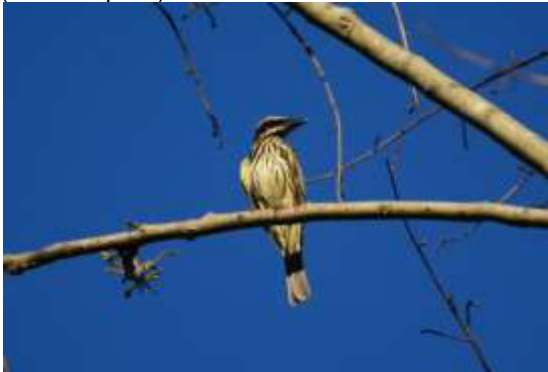


Figura 9.3.3.2.12 – *Turdus rufiventris* (sabiá-
laranjeira). PCH Cantu 2. Abril de 2020

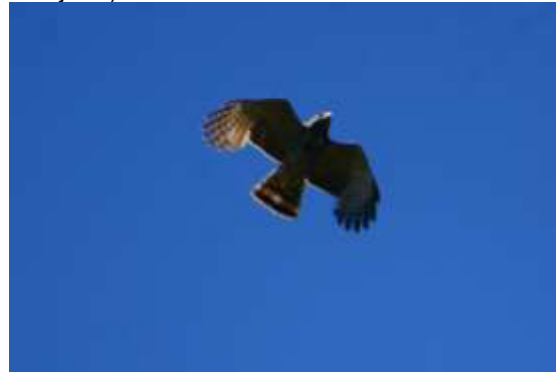


Figura 9.3.3.2.13 – *Myiodynastes maculatus*
(bem-te-vi-rajado). PCH Cantu 2. Outubro de
2020



Figura 9.3.3.2.14 – *Rupornis magnirostris*
(gavião-carijó). PCH Cantu 2. Outubro de
2020





Figura 9.3.3.2.15 – *Trogon rufus* (surucuá-de-barriga-amarela). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 9.3.3.2.16 – *Trogon surrucura* (surucuá-variado). PCH Cantu 2. Outubro de 2020

9.3.3.3 Mastofauna

Considerando o levantamento de dados secundários com base em buscas em campo nos períodos de construção e operação, são possíveis a ocorrência de 44 espécies e 9 táxons, os quais foram identificados a nível de gênero, para a região. No período de construção da PCH (2013-2015), através de seis campanhas, foram obtidos registros de ao menos 29 desses possíveis, enquanto que no monitoramento durante a fase de operação, com 14 campanhas realizadas, foram registradas ao menos 18 espécies (41% do total).

Para o monitoramento de mamíferos na fase de operação, houve o registro de doze espécies em 2016, em quatro campanhas, onze espécies em 2017, também em quatro campanhas. Durante os anos de 2018, 2019 e 2020 foram realizadas 2 campanhas em cada ano, tendo o registro de oito espécies cada. A campanha 13 (abril de 2020) apresentou três espécies para a região do empreendimento enquanto que a campanha 14 (outubro de 2020) apresentou 7 espécies (Tabela 9.3.3.3.1 e Tabela 9.3.3.3.2).

Ressalta-se que não se pode comparar a riqueza entre os períodos de construção e operação, por serem dados coletados em diferentes ambientes, não coincidindo as Áreas Amostrais, sendo assim pode-se dizer que são dados complementares.

Tabela 9.3.3.3.1 - Lista de espécies de mamíferos da região de Nova Cantu, Paraná. As espécies registradas em campo ao longo das fases e campanhas foram registradas por: x – registro no período nas áreas amostradas; e - entorno.

Taxonômia	Nome comum	Construção	2016	2017	2018	2019	2020-1	2020-2
ORDEM DIDELPHIMORPHIA								
Família DIDELPHIDAE								
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	gambá-de-orelha-branca	x	x	x		x		e
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	gambá-de-orelha-preta							
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	cuíca	x	x	x				
ORDEM XENARTHRA								
Família MYRMECOPHAGIDAE								
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	tamanduá-mirim	x						
Família DASYPODIDAE								
<i>Dasyus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dasyus septemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-mulita							
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-peba							
<i>Cabassous tatouay</i> (Damarest, 1804)	tatu-de-rabo-mole-grande						x	
ORDEM CHIROPTERA								
Família PHYLLOSTOMIDAE								
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	morcego							
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	morcego	x						
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	morcego							
<i>Carollia perespiculata</i> (Linnaeus, 1758)	morcego	x						
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	morcego	x						
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	morcego-vampiro	x						
Família VESPERTILIONIDAE								
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	morcego	x						

<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson & Garnot, 1826)	morcego	x						
Família MOLOSSIDAE								
<i>Molossops</i> sp.	morcego							
ORDEM PRIMATES								
Família ATELIDAE								
<i>Alouatta guariba</i> (Humboldt, 1812)	bugio-ruivo							
Família CEBIDAE								
<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)	macaco-prego							
ORDEM CARNIVORA								
Família CANIDAE								
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	graxaim	x	x	x	x	x		x
<i>Lycalopex gymnocercus</i> (G. Fischer, 1814)	raposa-do-campo							
Família FELIDAE								
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	jaguaritica	x	x					
<i>Leopardus guttulus</i> (Hensel, 1872)	gato-do-mato-pequeno							
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	gato-maracajá					x		
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	suçuarana							
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilare, 1803)	gato-mourisco							
Família MUSTELIDAE								
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	lontra				e	e		
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	furão							
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	irara	x						
Família PROCYONIDAE								
<i>Procyon cancrivorous</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798)	mão-pelada	x	x				x	
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	quati	x	e	e	e		x	
ORDEM ARTIODACTYLA								
Família CERVIDAE								
<i>Mazama guazoubira</i> (Fischer, 1814)	veado-catingueiro	x						
Família TAYASSUIDAE								

<i>Dicotyles tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	cateto								
ORDEM RODENTIA									
Família SCIURIDAE									
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> (Gmelin, 1788)	caxinguelê	x							
Família ERETHIZONTIDAE									
<i>Coendou spinosus</i> (F. Cuvier, 1823)	ouriço-cacheiro			e	e	e			e
Família CAVIIDAE									
<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	preá								
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	x	x	x	x	x	x	x	x
Família DASYPROCTIDAE									
<i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein, 1823	cutia								
Família CUNICULIDAE									
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1758)	paca								
Família MYOCASTORIDAE									
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	ratão-do-banhado								
Família CRICETIDAE									
<i>Wilfredomys oenax</i> (Thomas, 1928)	rato-nariz-de-fogo	x							
<i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers 1818)	rato-silvestre	x							
<i>Oligoryzomys flavescens</i> (Waterhouse, 1837)	rato	x							
<i>Oligoryzomys</i> sp. 1	rato	x	x				x		
<i>Oligoryzomys</i> sp. 2	rato	x							
<i>Oxymycterus</i> sp.	rato	x							
<i>Akodon</i> sp. 1	rato	x	x						
<i>Akodon</i> sp. 2	rato	x							
<i>Akodon</i> sp. 3	rato	x							
<i>Phaenomys</i> sp.	rato-do-mato				x				
<i>Rhagnomys</i> sp.	rato-do-mato				x				
ORDEM LAGOMORPHA									
Família LEPORIDAE									
<i>Sylvilagus tapetillus</i> Thomas, 1913	tapiti	x							x



PCH CANTU 2 – FASE DE OPERAÇÃO
RELATÓRIO CONSOLIDADO
2º semestre - 2020



<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	lebre-europeia	x	e	e	e	x		x
--	----------------	---	---	---	---	---	--	---

Tabela 9.3.3.3.2 – Espécies registradas na campanha 13 e campanha 14 por Sítio Amostral. Áreas: MD01 – Margem Direita 1; MD02 – Margem Direita 2; ME01 – Margem Esquerda 1; Margem Esquerda 2, Ent – Entorno; Método de registro: VI – visual; CT – câmera-trap; PE – pegada; CA – carcaça; FE – fezes; PF – *pit-fall*.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	Campanha 13				Campanha 14				
		MD01	MD02	ME01	ME02	MD01	MD02	ME01	ME02	ENTORNO
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	PE					CT	PE		
<i>Cabassous tatouay</i>	tatu-de-rabo-mole-grande			CT						
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	FE		FE	FE	FE	VI	VI / C A	FE / VI	
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato						CT		PE	
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca							CT		CA
<i>Coendou spinosus</i>	ouriço-cacheiro									VI
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	tapiti						VI			
<i>Lepus europaeus</i>	lebre-europeia									VI

Curvas de Acumulação

Ao longo das campanhas de monitoramento, houveram acréscimos de espécies observadas nas áreas de Influência da PCH Cantu 2, isso se deu através de registros diretos como capturas e avistamentos, e indiretos, como pegadas, fezes, carcaças e pelos.

Na campanha 13 (abril de 2020) houve o registro de uma espécie inédita para a região, o tatu-de-rabo-mole-grande (*Cabassous tatouay*), fazendo com que a curva se elevasse. A campanha 14 (outubro de 2020) acrescentou o registro de *Sylvilagus tapetillus* (tapiti) ao monitoramento na fase de operação, a espécie não era registrada para a área de influência da PCH Cantu 2 desde o período de construção. A curva de acumulação parecia tender a estabilização, sem acréscimo de espécies nas campanhas realizadas em 2019, porém com o acréscimo de duas espécies em 2020 voltou a se elevar, fazendo com que o mesmo ocorresse com a de estimadas. Segundo o estimador de primeira ordem *Jackknife 1*, estimasse que ocorram 23.6 espécies de mamíferos para a região,

indicando que outras espécies podem estar ocorrendo na região. (Figura 9.3.3.3.1).

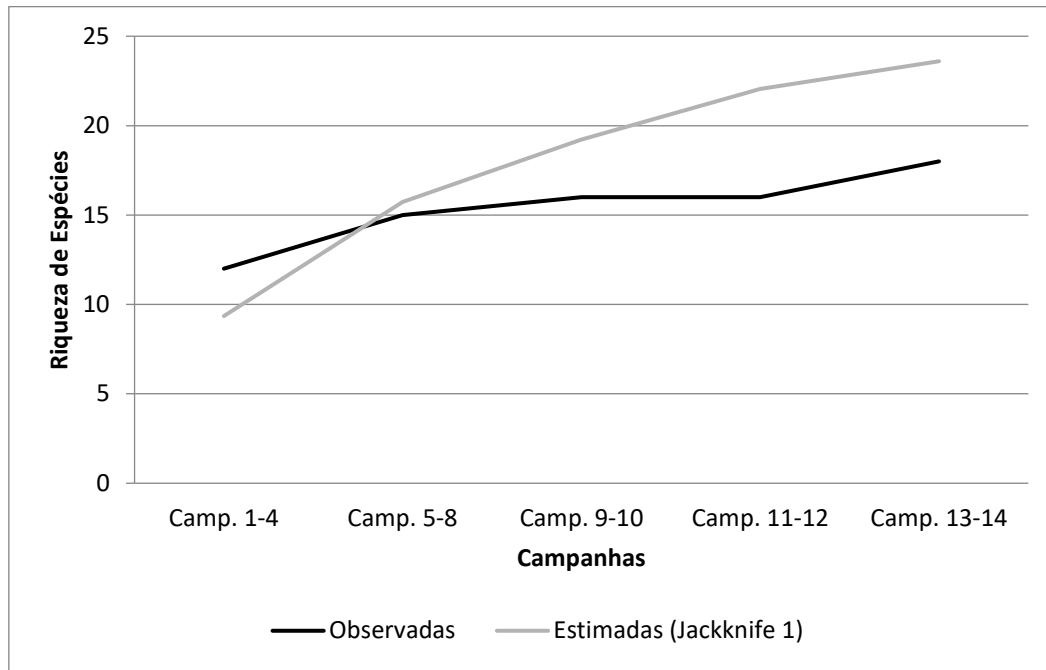


Figura 9.3.3.3.1 – Curva de riqueza acumulada e estimada nas áreas de influência da PCH Cantu 2.

Comparação entre pontos

De modo geral todos os sítios amostrais apresentaram baixa riqueza de espécies, sendo que os sítios margem direita 2 e margem esquerda 1 apresentaram quatro espécies cada, enquanto que o sítio margem direita 1 e margem esquerda 2 apresentaram duas espécies de mamíferos cada. O entorno, aqui consideradas áreas próximas, como estradas rurais que dão acesso aos sítios amostrais apresentaram a presença de três espécies de mamíferos.

A baixa riqueza nos pontos pode ter relação com o grau de alteração dos mesmos, não possuindo recursos para a manutenção de espécies mais exigentes, que dependam de ambientes florestados ou solos profundos que permitam as espécies que fazem tocas cavar, bem como a presença humana em algumas áreas com frequência, a qual pode interferir diretamente em

algumas espécies, seja pela caça ou afugentamento, fazendo com que não sejam detectadas durante o período de amostragem.

Os índices de similaridade e diversidade são apresentados com base na riqueza e quantidade de contatos com as espécies nos sítios amostrais (Tabela 9.3.3.3.3 e Figura 9.3.3.3.2).

Tabela 9.3.3.3.3 – Valores de similaridade para os Sítios Amostrais nas campanhas 13 e 14 no ano de 2020 com base em Bray-Curtis.

	MD-01	MD-02	ME-01	ME-02
MD-01	1	0,6667	0,5	0,333
MD-02	0,667	1	0,4	0,5
ME-01	0,5	0,4	1	0,6
ME-02	0,333	0,5	0,6	1

Nota-se que os sítios mais similares se considerando as duas campanhas realizadas no ano de 2020 foram MD-02 (margem direita 02) e MD-01 (margem direita 01), seguidos por ME-01 (margem esquerda 01) e ME-02 (margem esquerda 02).

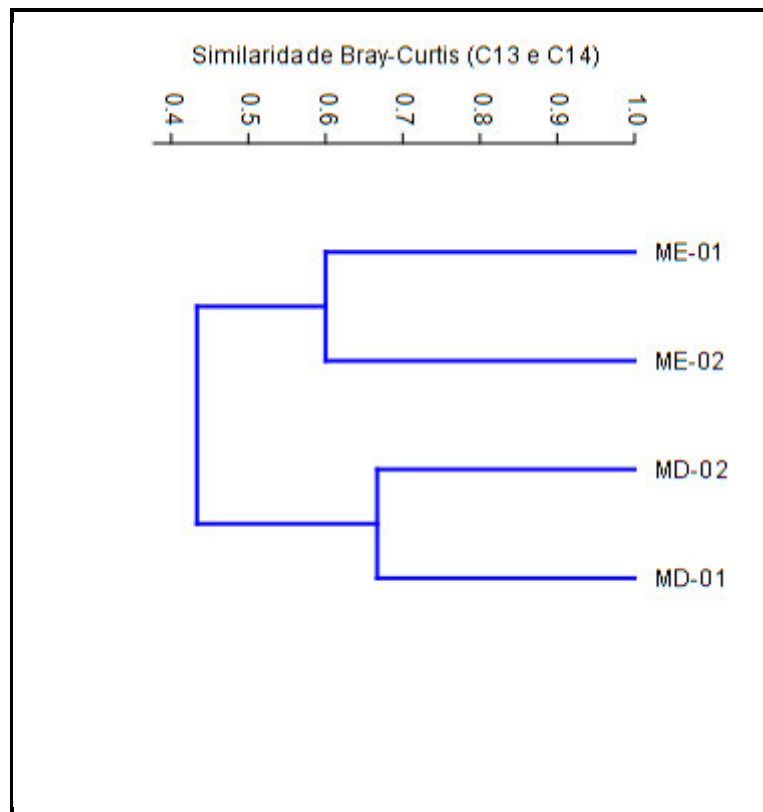


Figura 9.3.3.3.2 - Cladograma de similaridade das espécies de mamíferos registradas nos sítios nas campanhas 13 (abril) e 14 (outubro) de 2020. PCH Cantu 2

Em relação as espécies enquadradas em categorias de ameaças, duas foram registradas durante as amostragens: *Cabassous tatouay* (tatu-de-rabo-mole-grande) e *Sylvilagus tapetillus* (tapiti).

A espécie *Cabassous tatouay* (tatu-de-rabo-mole-grande) é apresentada como “dados deficientes” no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná, sendo que as principais ameaças são a destruição de hábitat, o fogo e a perseguição (Mikich & Bérnils 2004). Segundo estes autores, a espécie é bastante perseguida em áreas cultivadas devido ao dano causado pela escavação de suas tocas.

S. tapetillus (tapiti) é considerado como “vulnerável” na lista internacional de espécies ameaçadas (IUCN, 2020-2), e como “vulnerável” a nível estadual (Mikich & Bérnils 2004) ressalta-se que a atualização da espécie é recente (2020) na lista estadual consta como *S. brasiliensis*, a espécie compete por recursos com a espécie exótica *Lepus europaeus* (lebre-europeia) também

registrada na área de influência da PCH Cantu 2 durante a campanha de outubro de 2020. Segundo a IUCN, 2020, o tapiti enquadra-se como ameaçada pelo baixo número de indivíduos maduros.

Espécies como *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara), *Cabassous tatouey* (tatu-de-rabo-mole-grande), *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha), *S. brasiliensis* (tapiti) e *L. europaeus* (lebre-europeia) sofrem pressão de caça para servir de alimento, enquanto que *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) são caçados por atacarem viveiros de aves, ou estragar pomares em ambientes antropizados, não sendo bem vistos por isso. *C. spinosus* (ouriço-cacheiro) é mal visto por afetar indiretamente animais de companhia, cachorros domésticos acabam acoando o mesmo e os atacam, ficando feridos devido ao corpo ser coberto por espinhos.



Figura 9.3.3.3.3 – *Cabassous tatouey* (tatu-de-rabo-mole-grande) registrado com câmera-trap. PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 9.3.3.3.4 – Pegada de *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 9.3.3.3.5 – Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). PCH Cantu 2. Abril de 2020

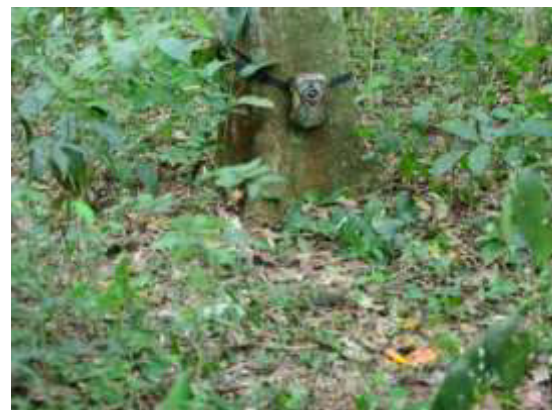


Figura 9.3.3.3.6 – Câmera-trap instalada no Sítio Amostral ME02.

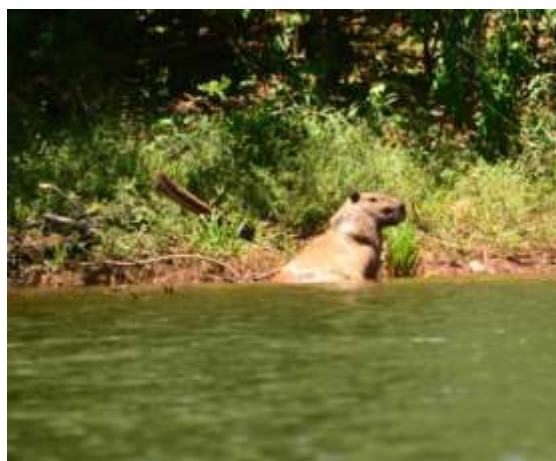


Figura 9.3.3.3.7 – *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) na margem do reservatório. PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 9.3.3.3.8 – Crânio de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 9.3.3.3.9 – Pegadas de *Dasylops novemcinctus* (tatu-galinha). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 9.3.3.3.10 – *Coendou spinosus* (ourião-cacheiro). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 9.3.3.3.11 – *Dasylops novemcinctus* (tatu-galinha) registrado com câmera-trap. PCH Cantu 2. Outubro de 2020

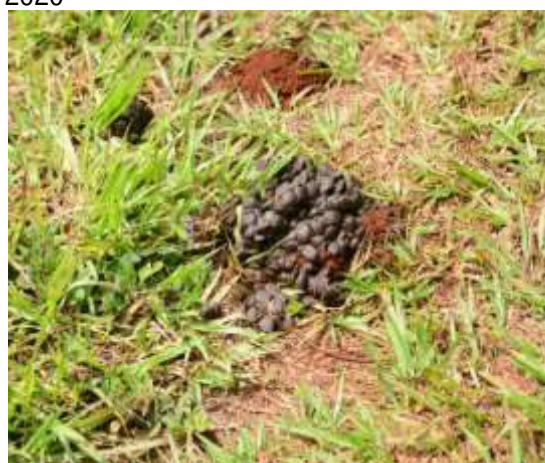


Figura 9.3.3.3.12 – Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). PCH Cantu 2. Outubro de 2020

9.3.3.4 Entomofauna

- Dados Secundários

De acordo com os dados obtidos durante a execução de Estudos de Impacto Ambiental no rio Piquiri e com os trabalhos focados na Subtribo Euglossina conduzidos em fragmentos de floresta estacional semidecidual (SANTOS & SOFIA, 2002; SOFIA *et al.*, 2004; SOFIA & SUZUKI, 2004; GIANGARELLI *et al.* 2009; WATZEL 2009; GONÇALVES & OLIVEIRA, 2013), estima-se que ocorram 72 morfo-espécies de abelhas na região sendo distribuídas em 36 gêneros, 16 tribos e 5 subfamílias, conforme a literatura.

A tabela a seguir apresenta lista de abelhas da família Apidae (Hymenoptera) de ocorrência em áreas de Floresta Estacional Semidecidual do terceiro planalto paranaense e com provável ocorrência na PCH Cantu 2.

Tabela 9.3.3.4.1 - Lista de espécies de abelhas da família Apidae (Hymenoptera) de ocorrência em áreas de Floresta Estacional Semidecidual do terceiro planalto paranaense e com provável ocorrência na PCH Cantu 2.

Táxon	Nome popular
ORDEM HYMENOPTERA	
Família Apidae (72)	
Subfamília ANDRENINAE (3)	
Tribo Protoandrenini	
<i>Anthrenoides magaliae</i> Urban, 2005	abelha
<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	abelha
<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	abelha
Subfamília APINAE (35)	
Tribo Apini	
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	abelha europa
Tribo Bombini	
<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	mamangava
<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	mamangava
Tribo Centridini	
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	abelha
Tribo Eucerini	
<i>Gaesischia (Gaesischia) fulgurans</i> (Holmberg, 1903)	abelha
<i>Melissodes (Ecleptica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	abelha
<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	abelha
<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910	abelha
Tribo Euglossini	
<i>Eufriesea auriceps</i> (Friese, 1899)	abelha da orquídea
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	abelha da orquídea

<i>Euglossa carolina</i> Nemésio, 2009	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i> Cockerell, 1904	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Glossurella) stellfeldi</i> Moure, 1947	abelha da orquídea
<i>Euglossa</i> sp.	abelha da orquídea
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	abelha da orquídea
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1844)	abelha da orquídea
Tribo Exomalopsini	
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> Spinola, 1853	abelha
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) minor</i> Schrottky, 1910	abelha
Tribo Meliponini	
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	inhati
<i>Plebeia nigriceps</i> (Friese, 1901)	mirí
<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	vorá
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	jataí
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	irapuá
Tribo Tapinotaspidini	
<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)	abelha
<i>Paratetrapedia punctata</i> Aguiar & Melo, 2011	abelha
Tribo Tetrapediini	
<i>Tetrapedia</i> cfr. <i>diversipes</i> Klug, 1810	abelha
Tribo Xylocopini	
<i>Ceratina</i> sp. 1	abelha
<i>Ceratina</i> sp. 2	abelha
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	mamangava
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	mamangava
Subfamília COLLETINAE (1)	
Tribo Colletini	
<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1900	abelha
Subfamília HALICTINAE (23)	
Tribo Augochlorini	
<i>Augochloropsis</i> sp. 1	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 2	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 3	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 4	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 5	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 6	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 7	abelha
<i>Augochloropsis</i> sp. 8	abelha
<i>Augochlora (Augochlora) foxiana</i> Cockerell, 1900	abelha

<i>Augochlora</i> sp. 1	abelha
<i>Augochlora</i> sp. 2	abelha
<i>Augochlora</i> sp. 3	abelha
<i>Augochlora</i> sp. 4	abelha
<i>Augochlorella</i> sp.	abelha
<i>Neocorynura</i> sp. 1	abelha
<i>Neocorynura</i> sp. 2	abelha
<i>Neocorynura</i> sp. 3	abelha
<i>Neocorynura</i> sp. 4	abelha
<i>Pereirapis</i> sp.	abelha
<i>Pseudaugochlora</i> cfr. <i>graminea</i> (Fabricius, 1804)	abelha
<i>Temnosoma</i> sp.	abelha
Tribo Halictini	
<i>Dialictus</i> sp.	abelha
<i>Pseudagapostemon</i> (<i>Pseudagapostemon</i>) <i>hurdi</i> Cure, 1989	abelha
Subfamília MEGACHILINAE (10)	
Tribo Anthidiini	
<i>Hypanthidium divaricatum</i> (Smith, 1854)	abelha
<i>Hypanthidium nigrifulum</i> Urban, 1998	abelha
<i>Hypanthidium obscurius</i> Schrottky, 1908	abelha
<i>Saranthidium marginatum</i> Moure & Urban, 1994	abelha
Tribo Megachilini	
<i>Coelioxys</i> (<i>Acrocoelioxys</i>) <i>tolteca</i> Cresson, 1878	abelha
<i>Coelioxys</i> (<i>Cyrtocoelioxys</i>) <i>quaerens</i> Holmberg, 1903	abelha
<i>Coelioxys</i> (<i>Rhinoceelioxys</i>) <i>zapoteca</i> Cresson, 1878	abelha
<i>Megachile</i> (<i>Acentron</i>) <i>tupinaquina</i> Schrottky, 1913	abelha
<i>Megachile</i> (<i>Leptorachis</i>) <i>paulistana</i> Schrottky, 1902	abelha
<i>Megachile</i> (<i>Neochelynia</i>) <i>paulista</i> (Schrottky, 1920)	abelha

- Dados Primários

Durante o período de monitoramento abrangendo a fase de construção foram registradas 21 espécies de abelhas de 18 gêneros. Na fase de operação, que corresponde a 14 campanhas, foram registradas 16 espécies de 14 gêneros e três subfamílias de abelhas.

Consolidando as duas fases (construção e operação), foram registradas 31 espécies de 23 gêneros (Tabela 9.3.3.4.2), pertencentes a três subfamílias de abelhas na área do empreendimento da PCH Cantu 2.

Tabela 9.3.3.4.2 - Lista de espécies registradas nas fases de construção e operação da PCH Cantu 2.

Espécies	Fase de construção	Fase de operação
<i>Anthidiini sp. 1</i>	-	X
<i>Anthrenoides sp.</i>	X	-
<i>Apis mellifera</i>	X	X
<i>Augochloropsis sp. 1</i>	X	X
<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i>	X	-
<i>Bombus morio</i>	-	X
<i>Centris analis</i>	X	-
<i>Diadasina sp. 1</i>	-	X
<i>Euglossa (Euglossa) cfr. cordata</i>	X	-
<i>Exomalopsis sp. 1</i>	X	-
<i>Exomalopsis sp. 2</i>	X	-
<i>Hypanthidium sp. 1</i>	-	X
<i>Larocanthidium sp. 1</i>	-	X
<i>Lestrimelitta cfr. rufipes</i>	X	-
<i>Megachile sp. 1</i>	X	X
<i>Neocorynura dilutipes</i>	-	X
<i>Paratetrapedia cfr. lugubris</i>	X	-
<i>Paratetrapedia sp. 1</i>	-	X
<i>Paratetrapedia sp. 2</i>	-	X
<i>Paratetrapedia sp. 3</i>	-	X
<i>Plebeia droryana</i>	X	-
<i>Psaenythia cfr. bergii</i>	X	-
<i>Pseudaugochlora cfr. graminea</i>	X	-
<i>Pseudaugochlora indistincta</i>	X	-
<i>Tetragona clavipes</i>	X	X
<i>Tetragonisca angustula</i>	X	X
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	X
<i>Tetrapedia sp.</i>	X	-
<i>Trigona spinipes</i>	X	X
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i>	X	-
<i>Xylocopa frontalis</i>	X	-

Dos espécimes coletados nenhum consta como espécie ameaçada no estado do Paraná (2006), nem mesmo no Livro Vermelho da Fauna Brasileira

Ameaçada de Extinção (2018) e sem indicação de ameaça no âmbito internacional, constatado via IUCN (2020).

O gênero *Megachile*, localizado no ponto amostral ME1, é cosmopolita e têm comportamento solitário, apresenta bons resultados na produção das lavouras de alfafa e estão sendo manejadas em ninhos-armadilha em países como Canadá e EUA (MADER et al. 2010), com intuito de garantir a polinização vegetal.

Apis mellifera, *Bombus morio*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes*, também localizadas durante a fase de operação na área da PCH Cantu 2, estão entre as diversas abelhas apontadas por Gianinni et al. (2020) como responsáveis eficazes pela polinização de diversas culturas.

Tetrapedia diversipes, uma abelha solitária coletora de óleo, amplamente presente em ninhos-armadilha, fato que a torna potencialmente uma espécie modelo para estudos ecológicos, genéticos, evolutivos e fisiológicos (SANTOS, et al., 2020), compõem a lista das espécies amostradas na APP do reservatório da PCH Cantu 2. Em contraste com a amplamente estudada *Tetrapedia diversipes* encontradas nos pontos amostrais da margem esquerda do reservatório, foi registrada no ponto amostral ME2 uma espécie de abelha da tribo Anthidiini, a qual ainda hoje, segundo Gomes et al. (2020), existe um grande déficit de conhecimento a respeito da sua biologia.

O método de coleta através das armadilhas de cheiro, durante o ano de 2020 para o monitoramento da entomofauna no reservatório da PCH Cantu 2, não se mostrou eficaz no registro de abelhas (Família Apidae). Durante as campanhas de monitoramento, nenhum indivíduo foi capturado nas armadilhas de cheiro. No entanto, algumas abelhas foram registradas durante a busca ativa em trilhas para verificação das armadilhas, visitando flores, coletando barro e resinas ou em voo, as quais foram observadas e fotografadas quando possível, sendo capturadas e coletadas quando presentes nos pontos amostrais.

O gráfico das Figuras 9.3.3.4.1 apresenta a abundância das espécies de abelha coletadas na margem direita e esquerda do reservatório da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

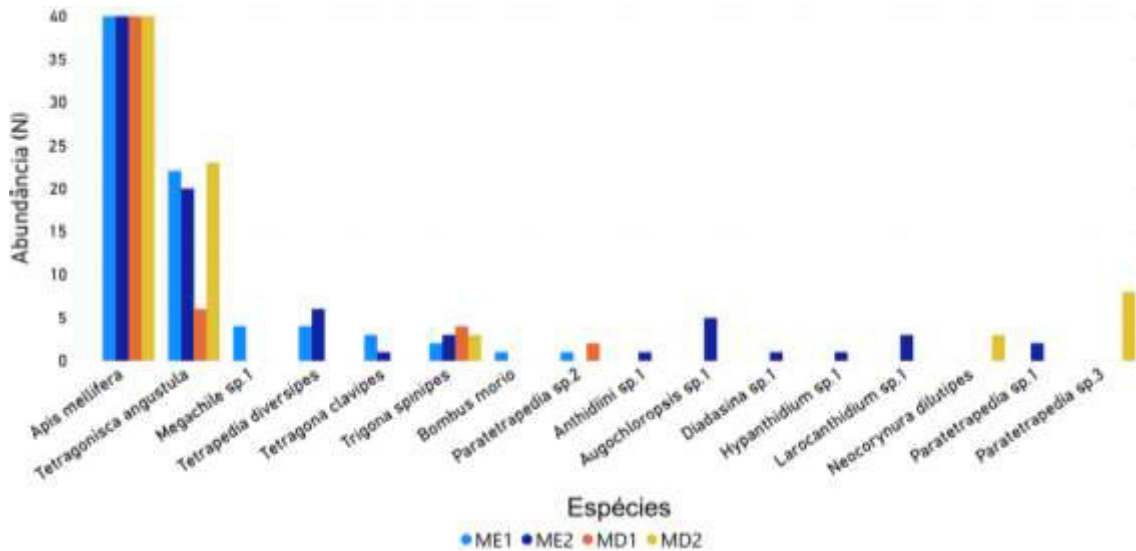


Figura 9.3.3.4.1 - Abundância das espécies de abelhas coletadas na margem esquerda e direita do reservatório da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

Os resultados obtidos nas campanhas de monitoramento da entomofauna durante a operação do empreendimento não foram suficientes para compor uma curva de acumulação.

A Figura 9.3.3.4.2 apresenta dendrograma em relação à similaridade entre os pontos amostrais.

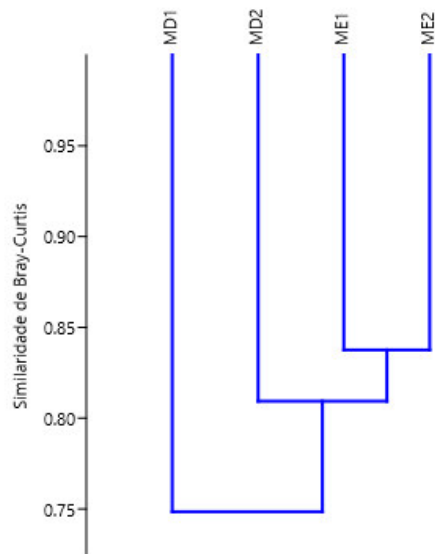


Figura 9.3.3.4.2 - Dendrograma da relação dos pontos amostrais com às espécies de abelhas coletadas na PCH Cantu 2 em 2020; realizado com o índice de similaridade de Bray-Curtis.

O índice de similaridade de Bray-Curtis, pelo método UPGMA, gerou um coeficiente de correlação cofenética de 0,9069, indicando que o dendrograma representa significativa similaridade entre os ambientes.

O dendrograma da Figura 9.3.3.4.2 mostra grande similaridade entre os pontos amostrais quando considerada a melissofauna estudada. Sendo que os pontos da margem esquerda mostram grande semelhança entre si e estes com o ponto MD2. Todavia, devido ao alto índice de similaridade de Bray-Curtis e ao elevado coeficiente de correlação cofenética, pode-se afirmar que todos os quatro pontos amostrais se apresentam análogos quando levado em consideração a população de abelhas presente.

A Tabela 9.3.3.4.3 apresenta os índices de riqueza, abundância e diversidade de Shannon (H), nos pontos amostrais da melissofauna na PCH Cantu 2 no ano de 2020.

Tabela 9.3.3.4.3 – Índices de riqueza (S), abundância (N) e diversidade de Shannon (H'), e nos pontos amostrais da melissofauna na área de APP do empreendimento da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

Índices	Pontos amostrais				Consolidado com todas as áreas
	MD1	MD2	ME1	ME2	
Riqueza (S)	4	5	8	11	27
Abundância (N)	52	77	77	83	289
Diversidade (Shannon H')	0,7736	1,189	1,34	1,597	2,643

Em relação à diversidade, a área amostral ME2 foi a que apresentou maior diversidade ($H'=1,597$) seguida pela área ME1 ($H'=1,34$); MD2 ($H'=1,189$) e por fim MD1 com o menor índice de Shannon ($H'=0,7736$).

Os valores de Shannon sugerem um ecossistema com uma comunidade bastante uniforme, apesar da relativa baixa diversidade de espécies observadas nos pontos amostrais.

A *Apis mellifera* representou 55% dos registros, seguida por *Tetragonisca angustula* com 25%, e os 20% dividido entre as demais espécies registradas.

Devido às diferenças na morfologia, nas estratégias de forrageamento e na utilização do hábitat, por essas espécies simpátricas, os efeitos negativos que uma espécie teria sobre a outra é reduzido, facilitando com isso a coexistência (PIANKA 1973, SCHOENER 1977).

O hábito comportamental de sociabilidade das abelhas coletadas na área da APP da PCH Cantu 2 que interfere diretamente no quesito de nidificação pode ser verificado na Figura 9.3.3.4.4, que demonstra que quase 70% das abelhas coletas possuem hábito solitário.

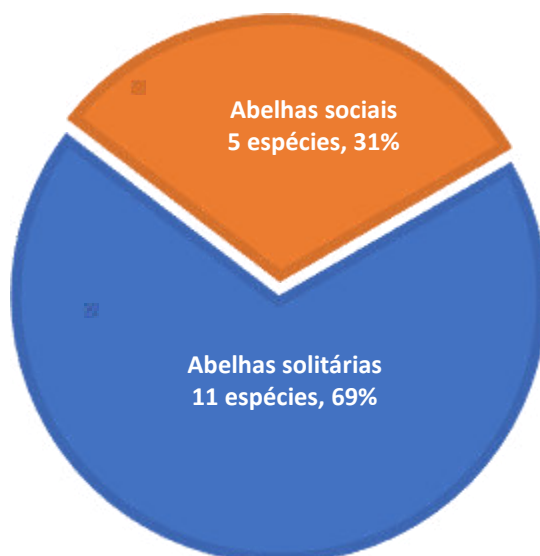


Figura 9.3.3.4.4 – Características de sociabilidade das abelhas registradas na APP da PCH Cantu 2.

Durante o resgate de fauna na supressão da vegetação da PCH Cantu 2 foram registrados 21 ninhos de abelhas nativas, dos quais 17 foram realocados e 4 foram mantidos na mesma árvore.

Os 17 ninhos foram identificados e realocados, em seus próprios invólucros ou troncos. A Tabela 4.4.2.1, apresenta a localização do resgate e do ponto que foram realocados esses ninhos durante a fase da supressão da vegetação na PCH Cantu 2.

Tabela 9.3.3.4.4 – Coordenadas dos ninhos de abelhas nativas resgatados e realocados dentro de seus próprios invólucros ou troncos, no período da supressão da vegetação do reservatório da PCH Cantu 2.

MARGEM DIREITA				
NºNINHO	DATA	UTM RESGATE	UTM REALOCAÇÃO	ABELHA
1	18.12.14	22J353046 / 7262426	22J352839 / 7262413	TUBUNA
2	19.12.14	22J352092 / 7262612	22J352108 / 7262688	TUBUNA
5	08.08.15	22J 355449 / 7262550	22J 355444 / 7263576	JATAÍ
6	28.08.15	22J 354341 / 7264543	22J 354300 / 7264524	TUBUNA
7	28.08.15	22J 354341 / 7264543	22J 354290 / 7264522	JATAÍ
8	28.08.15	22J 354550 / 7264292	22J 354300 / 7264520	TUBUNA
9	28.08.15	22J 354479 / 7264236	22J 354301 / 7264535	JATAÍ
MARGEM ESQUERDA				
NºNINHO	DATA	UTM RESGATE	UTM REALOCAÇÃO	ABELHA
1	18.11.14	22J 352164 / 7262374	22J 353473 / 7264481	JATAÍ
2	21.11.14	22J 352143 / 7262374	22J 354610 / 7263920	VORÁ

3	26.11.14	22J 351657 / 7262501	22J 354369 / 7264236	JATAÍ
4	27.11.14	22J 352324 / 7262234	22J 351728 / 7267521	MIRIM
5	01.12.14	22J 352131 / 7261950	22J 351305 / 7265888	TUBUNA
6	01.12.14	22J 352143 / 7261889	22J 352191 / 7261825	TUBUNA
7	11.12.14	22J351703 / 7262202	22J351758 / 7267629	JATAÍ
8	11.12.14	22J353099 / 7261979	22J 352998 / 7262112	JATAÍ
12	17.08.15	22J 353693/7261518	22J 353711 / 7261450	IRAPUÁ
13	22.08.15	22J 353704 /72622752	22J 353758 / 7262691	IRAPUÁ

Obs.: A falta de sequência na numeração dos ninhos se deve ao fato do ninho ter sido mantido no local.

Durante as vistorias em campo na fase de operação ficou constatado danos e furtos nos locais que receberam os ninhos realocados.

No ano de 2020 foram vistoriados 10 locais e nenhum foi localizado vivo. Apenas em dois pontos pode-se observar o tronco com características de predação natural.



Figura 9.3.3.4.5 – Abelha solitária *Augochloropsis* sp. forragendo flor da família Asteraceae. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 9.3.3.4.6 – Abelha solitária *Megachile* sp. Colhendo pólen da família Asteraceae. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 9.3.3.4.7 – *Augochloropsis* sp. Foto: Camila Cristina Ferreira da Costa, 2020.



Figura 9.3.3.4.8 – *Megachile* sp. Foto: Camila Cristina Ferreira da Costa, 2020.



Figura 9.3.3.4.9 –Indivíduo de *Tetragonisca angustula* (jataí). Foto: Camila Cristina Ferreira da Costa, 2020.

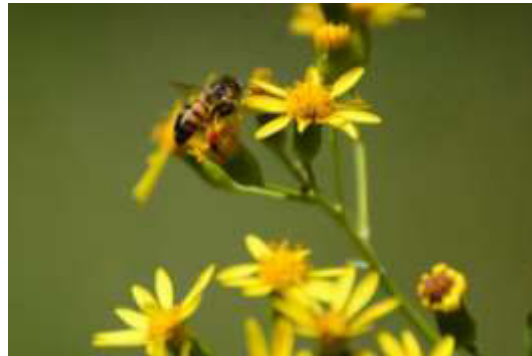


Figura 9.3.3.4.10 – *Apis mellifera* (abelha africanizada), presente em todas as áreas amostradas Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 9.3.3.4.11 – Ninho recém colonizado de *Tetragonisca angustula* (jataí) na região do ponto amostral ME01. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 9.3.3.4.12 – Nucleação feita de troncos na APP da ME01 povoada por *Tetragonisca angustula* (jataí). Foto: José WD Carvalho Filho, 2020.



Figura 9.3.3.4.13 –Árvore, próxima ao ponto MD02, povoada por *Tetragonisca angustula* (jataí), destaque para a entrada do ninho. Foto: José WD Carvalho Filho, 2020.



Figura 9.3.3.4.14 – Entrada do ninho de *Tetragonisca angustula* (jataí). Foto: José WD Carvalho Filho, 2020.



Figura 9.3.3.4.15 –Ninho de *Trigona spinipes* (irapuá) Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 9.3.3.4.16 – Frasco mortífero e rede-entomológica usada durante captura da melissofauna. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 9.3.3.4.17 – Local de destinação do ninho MD-02 de tubuna realocado durante a supressão e furtado.



Figura 9.3.3.4.18 – Tronco predado do ninho, ME-01, de *Tetragonisca angustula* (jataí), na área de realocação.



Figura 9.3.3.4.19 – Tronco do ninho, ME-08, de *Tetragonisca angustula* (jataí), predado na área de realocação.



Figura 9.3.3.4.20 – Local de realocação do ninho ME-05 de tubuna, área descaracterizada para lavoura.



Figura 9.3.3.4.21 – Local de realocação do ninho ME-07 de jataí, foi descaracterizado pelo aterro para ampliação da estrada.



Figura 9.3.3.4.22 – Local de realocação onde foi furtado o ninho ME-02 de vorá.



Figura 9.3.3.4.23 – Local de realocação do ninho ME-04 de mirim, foi descaracterizado para ampliação da estrada.



Figura 9.3.3.4.24 – Local de realocação do o ninho MD-01, furtado.



Figura 9.3.3.4.25 – Local de realocação do ninho ME-06 (jataí), furtado.

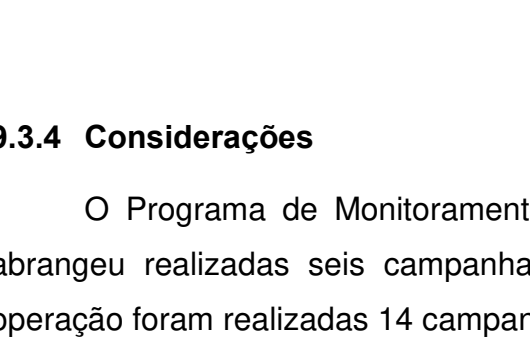
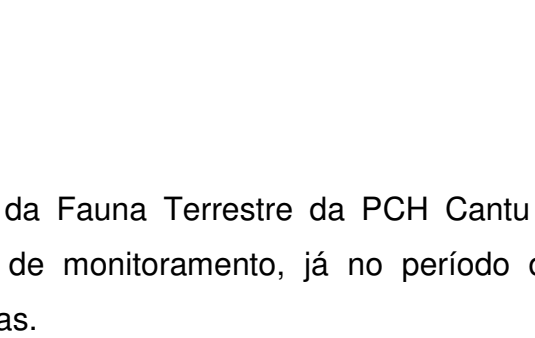


Figura 9.3.3.4.26 – Local de realocação onde foi furtado o ninho MD-02 de tubuna.



9.3.4 Considerações

O Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre da PCH Cantu 2 abrangeu realizadas seis campanhas de monitoramento, já no período de operação foram realizadas 14 campanhas.

Ressalta-se que os períodos são complementares e não podem ser comparáveis quanto à composição da fauna, pois apresentaram condições

diferentes de ambientes, bem como diferença entre as metodologias aplicadas, além disso na fase de operação, as campanhas em 2016 e 2017 foram trimestrais enquanto que em 2018, 2019 e 2020 foram semestrais.

Foram monitorados os grupos da herpetofauna, avifauna, mastofauna e Hymenoptera.

O grupo da herpetofauna durante a fase de construção da PCH Cantu 2 apresentou o registro de 30 táxons, entre espécies e espécimes registrados a nível de gênero, enquanto que durante o período de operação 21 espécies foram registradas, se consideradas as duas fases foram registradas 30 espécies identificadas a nível específico e 4 táxons a nível de gênero.

A avifauna apresentou 203 espécies durante a fase de construção, enquanto que durante a fase de operação foram registradas 234 espécies, se compiladas as duas listas têm-se um total de 259 espécies para a área de influência do reservatório.

A mastofauna durante o período da construção apresentou um montante de 29 táxons, entre espécies registradas e espécimes a nível de gênero, enquanto que durante a o período de operação foram registras 18 espécies, se compilados os dois períodos juntamente com as espécies 35 táxons foram efetivamente registrados, enquanto que são possíveis 53 táxons se consideradas as listas de referência.

Em relação a Hymenoptera, durante o período de construção foram registradas 21 espécies de abelhas, enquanto que no período de operação 16 espécies, se compiladas as listas têm-se um montante de 31 espécies.

A composição de espécies bem como a variação da comunidade ao longo do tempo é um processo natural, a não ocorrência de alguns indivíduos que foram registrados anteriormente na fase de construção e que não foram registrados na fase de operação pode ser devido a diferenças entre períodos de amostragem, metodologias e áreas amostradas. As áreas monitoradas representam uma pequena parcela do ambiente, assim a não detecção das algumas espécies registradas anteriormente pode ser pelo fato de estarem

inconspícuas no momento do monitoramento. Da mesma forma se aplica ao registro de outras espécies que anteriormente não eram registradas.

A composição da fauna encontra-se estável, com presença de fauna comum com outras regiões do estado, constituída por espécies de grande tolerância ecológica. A Área de Preservação Permanente da PCH Cantu 2 está em processo de formação, acredita-se que, com estabelecimento da vegetação nativa e a criação de novos habitats, espécies mais exigentes quanto a qualidade ambiental, poderão ser registradas na área.

10 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL

10.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

11.1.1 Justificativa

A educação é o melhor caminho a se seguir na construção de um novo pensamento. Sendo que, o papel do meio ambiente na sociedade ainda é um processo de construção de saberes. A Educação Ambiental surge na necessidade de transmitir informações acerca do meio ambiente, nesse caso com enfoque na geração de energia através de hidrelétricas, para diversos atores sociais, na região de influência da PCH Cantu 2, possibilitando à comunidade uma maior participação social frente aos problemas ambientais e sociais existentes nas áreas de influência do empreendimento.

11.1.2 Objetivos

O objetivo geral do programa é fortalecer a política ambiental na área de implantação da PCH Cantu 2, com a realização de ações que envolvam a comunidade e os trabalhadores da usina, promovendo a conservação e a preservação do meio ambiente, além do desenvolvimento social e sustentável na região.

11.1.3 Atividades Desenvolvidas

O Programa de Educação Ambiental é realizado juntamente com o Programa de Comunicação Social desde o período de implantação do empreendimento (Fase LI).

As atividades previstas, palestras de Educação Ambiental na Escola da Comunidade Santo Rei e visita escolar na PCH Cantu 2, no ano de 2020 não foram realizadas devido à pandemia do Coronavírus.

11.2 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL

11.2.1 Justificativa

O presente programa se pauta na necessidade de se estabelecer uma fonte oficial de informações referentes a PCH Cantu 2, o qual evidentemente envolve e afeta um grande número de indivíduos e instituições.

Com isso, é de fundamental importância que toda e qualquer informação seja reproduzida ao público interessado segundo um planejamento adequado, de forma organizada e imparcial, sempre buscando atingir os seus objetivos.

11.2.2 Objetivos

O objetivo geral deste programa é criar um canal de comunicação oficial entre o empreendedor e a comunidade local, fornecendo informações sobre o empreendimento e, assim, esclarecer dúvidas acerca da operação dessa usina.

11.2.3 Atividades Desenvolvidas

O Programa de Comunicação Social é realizado juntamente com o Programa de Educação Ambiental desde o período de implantação do empreendimento (Fase LI).

As atividades previstas para o ano de 2020 não foram realizadas devido à pandemia do Coronavírus.

11.2.5 Considerações

A Cantu Energética aguarda as orientações/recomendações da Secretaria de Saúde do Estado Paraná para definir as estratégias quanto ao retorno das atividades dos Programas de Educação e Comunicação Socioambiental.

11 PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL – PACUERA

11.1 JUSTIFICATIVA

Este plano justifica-se uma vez que cria um instrumento de gestão capaz de integrar a conservação do meio ambiente com os usos múltiplos do reservatório e seu entorno.

Além disso, a elaboração deste plano visa atender à Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, denominando Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial como o conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

11.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente plano é:

- Indicar uma metodologia de trabalho que sinalize formas de potencializar os benefícios que possam advir da implantação e sobretudo na operação do empreendimento na região, para as comunidades envolvidas, e explorar os usos múltiplos potenciais e pretendidos, sem prejuízo para a geração de energia, tendo como base a legislação vigente, a capacidade de suporte do ambiente e a conservação da biodiversidade.

Os objetivos específicos são:

- Criar normas para a utilização das águas do reservatório, de modo a preservar e aperfeiçoar a capacidade de uso múltiplo das águas do rio Cantu, no trecho afetado pelo empreendimento. Dentre os usos possíveis, destacam-se desde já a geração de energia hidrelétrica, o lazer, a dessedentação de animais e a irrigação;

- Criar normas que disciplinem o uso e a ocupação do solo às margens do reservatório da PCH Cantu 2, de modo a melhorar a qualidade das águas do rio Cantu, no trecho afetado pelo empreendimento, e garantir o uso sustentável da vegetação ciliar e demais recursos naturais existentes na região atingida;
- Compatibilizar e aperfeiçoar os usos possíveis das áreas do entorno, de modo a valorizar o uso sustentável da região: lazer, agricultura, reflorestamento, preservação ambiental, turismo.

11.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Diante do exposto, em atendimento ao PACUERA da PCH Cantu 2, a SOMA, consultora ambiental do empreendimento e a Cantu Energética S.A., vêm realizando inspeções nas áreas da APP do reservatório e seu entorno, mais especificamente nos Programas de *Monitoramento das Áreas do Reservatório e Entorno - Recomposição Florestal na Área de Preservação Permanente do Reservatório - Monitoramento da Flora* as quais culminaram por parte do empreendedor no planejamento e execução de ações em 2020 visando a recuperação da APP bem como as cercas divisórias, conforme demonstrado nos registros fotográficos.

Concomitante a essas ações o empreendedor também vem intensificando e fortalecendo o contato com a população moradora da região, como forma de atualizar e ratificar os procedimentos de conservação que devem ser praticados pelos proprietários lindeiros ao reservatório, ao mesmo tempo em que busca orientar sobre a manutenção das cercas que separam suas propriedades das áreas de APP do reservatório. Ainda, cabe ressaltar que o cercamento de todo o reservatório passou por vistoria anual e foi possível identificar que em alguns pontos onde o mesmo, que fora implantado durante a fase de instalação, continha pontos com necessidade de melhoria e outros que foram sumpirmidos e tornou-se necessário a colocação de um novo cercamento, como já informado nos Programas anteriores.

11.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO



	<p>Figura 11.4.1 - Vistoria na área reservatório -Rio Azul – Monitoramento da APP sendo realizada via fluvial</p>
	<p>Figura 11.4.2 - Vistoria na área reservatório – Monitoramento da APP sendo realizada via terrestre – Presença de gado</p>
	<p>Figura 11.4.3 - Vistoria na área reservatório – Monitoramento da APP Processo erosivo moitorado porção média do reservatório.</p>



Figura 11.4.4 – Vistoria na Zona de Segurança e PRAD



Figura 11.4.5 - Vistoria na Zona de Segurança e PRAD

	<p>Figura 11.4.6 - Vistoria na área reservatório Monitoramento da APP Vistoria de cerca divisória junto a APP.</p>
	<p>Figura 11.4.7 - Vistoria na área do reservatório evidenciando o processo de recuperação das cercas que fazem divisa com a APP do reservatório pela Cantu Energética S/A.</p>



Figura 11.4.8 - Vistoria na área do reservatório evidenciando o processo de recuperação das cercas que fazem divisa com a APP do reservatório pela Cantu Energética S/A.



Figura 11.4.9 - Vistoria na área do reservatório processo de recuperação das cercas que fazem divisa com a APP do reservatório pela Cantu Energética S/A.

11.5 CONSIDERAÇÕES

Diante do exposto, em atendimento ao PACUERA da PCH Cantu 2, a Cantu Energética S.A., vêm realizando inspeções nas áreas da APP do reservatório e seu entorno, bem como contatos com a população moradora da região, como forma de atualizar e ratificar os procedimentos de conservação que devem ser praticados pelos proprietários lindeiros ao reservatório, ao mesmo tempo em que busca orientar sobre a manutenção das cercas que separam suas propriedades das áreas de APP do reservatório.

12 PROGRAMA DE INDENIZAÇÃO E REMANEJAMENTO

12.1 JUSTIFICATIVA

O presente programa justifica-se pela necessidade de se promover uma compensação financeira pela diminuição do patrimônio acumulado pelos proprietários (diminuição da área total de imóveis), devido à instalação do canteiro de obras, da obra em si e de suas estruturas associadas, formação do reservatório e implantação da APP, definida conforme a legislação pertinente e em atendimento ao enquadramento definido no Plano Diretor do empreendimento, a ser elaborado oportunamente.

12.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste programa é:

- Indenizar o valor do patrimônio a ser alienado involuntariamente para a implantação do proposto empreendimento, de forma justa.

Os objetivos específicos são:

- Manter um bom e estreito relacionamento entre o empreendedor e os proprietários e residentes no local, demonstrando que as atividades econômicas desenvolvidas por cada parte são compatíveis;
- Regularizar a área remanescente dos expropriados;
- Promover a indenização de áreas e benfeitorias existentes na faixa a ser utilizada para a realocação e readequação de estradas em nível local, requeridas para permitir o fluxo normal de pessoas pela região, e que eventualmente seja interrompido pela formação do reservatório e implantação da APP.

12.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A tabela apresentada a seguir demonstra o “status” das atividades de avaliação, negociação e aquisição dos imóveis que formam o reservatório e a faixa de APP da PCH Cantu 2.

Código	Antigo proprietário	Localização	Escritura definitiva registrada	Status do Processo
1	Agropecuária Guapiara Ltda.	Palmital/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
2	João Maurício Virmond	Palmital/PR	não	Área em processo judicial
		Palmital/PR	não	Área em processo judicial
		Palmital/PR	não	Área em processo judicial
		Palmital/PR	não	Área em processo judicial
3	Eloir Machado	Laranjal/PR	não	Solicitação de anuência de desapropriação de APP
4	Antônio Chaves de Macedo	Laranjal/PR	não	
5	Romildo Ricardo	Laranjal/PR	não	
6	Herdeiros de Germano Pontes Pereira	Laranjal/PR	não	
7	Joaquim Mendes dos Santos	Laranjal/PR	não	
8	José Dirceu dos Santos	Laranjal/PR	não	
9	Aloise Luczynski / Geneci J. Mendes e outros	Palmital/PR	não	Área em processo judicial
		Palmital/PR	não	Área em processo judicial
10	Zelia M. C. Lorenzetti	Palmital/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
11	Tadeu Voroniuk	Iretama/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
12	Família Couto (Acir e outros)	Iretama/PR	não	Área em processo judicial
13	José Ferreira Couto	Iretama/PR	não	Área em processo judicial
14	Fernando Mariot	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
15	Juarez Borgio	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
16	Priscila Flores Arantes	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
17	Airton Antonio Agnolin	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
18	Herdeiros de João Fitz	Campina da Lagoa/PR	não	Área em processo judicial
		Ubiratã/PR	não	Área em processo judicial
19	Jamil Rocier	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
20	Carmo Fidelis da Silva e outros	Campina da Lagoa/PR	não	Área em processo

				judicial
		Campina da Lagoa/PR	não	Área em processo judicial
21	Sebastião Albari Galvão	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	não	Pendente ação de usucapião, regularização da matrícula
22	Ivo de Marco e outros	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
23	Robert Tonet	Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente
		Campina da Lagoa/PR	sim	Área desapropriada amigavelmente

13 PLANO DE AÇÃO E EMERGÊNCIA (PAE) E PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO

13.1 JUSTIFICATIVA

O presente programa justifica-se uma vez que, independentemente da adoção de medidas preventivas e mitigadoras, um empreendimento que envolva a realização de atividades que possam causar acidentes, como é o caso da PCH Cantu 2, deverá ser operado e mantido, ao longo de sua vida útil, dentro de padrões considerados toleráveis, razão pela qual um PGR deve ser implementado e considerado nas atividades, rotineiras ou não, de construção e operação da usina. Além disso, a identificação dos riscos da atividade auxilia no correto direcionamento dos recursos para a sua prevenção, mitigação e/ou compensação.

No que diz respeito à elaboração do PAE, este se justifica para que sejam estabelecidas antecipadamente as ações de intervenção operacional à ocorrência de possíveis situações de emergência, buscando minimizar os possíveis impactos decorrentes das mesmas.

13.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste programa:

- Estabelecer antecipadamente as ações de intervenção operacional à ocorrência de possíveis situações de emergência, buscando minimizar os possíveis impactos decorrentes das mesmas.

Os objetivos específicos são:

- Propor a identificação dos possíveis cenários acidentais que poderão provocar impactos negativos nos meios físico, social e/ou biótico durante a fase de operação do empreendimento;
- Propor a realização de uma estimativa dos riscos associados a cada cenário, bem como o estabelecimento de estratégias para gerenciamento desses riscos;

- Propor o estabelecimento de medidas voltadas à prevenção e à contenção de impactos socioambientais, nas áreas de influência do empreendimento;
- Prevenir acidentes de trabalho decorrentes das atividades de construção e operação da usina;
- Propor a identificação, o controle e a extinção das situações de emergência, no menor espaço de tempo possível;
- Propor a definição de ações a serem executadas para atendimento às emergências, nas fases de construção e operação do empreendimento, bem como seu (s) responsável (eis).

13.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Conforme previsto no último Relatório, no 2º semestre de 2020 foi realizada a Revisão Periódica de Segurança - RPS conforme exigência da Resolução Normativa nº 696 de 15/12/2015, que prevê a realização desta revisão após 05 anos do início de operação da usina.

A Cantu Energética, em cumprimento à referida Lei, realiza inspeções mensais e anuais no empreendimento.

As instalações civis, barragem e casa de força, foram inspecionadas mensalmente pela equipe própria da operação do empreendimento, composta por técnicos treinados para esta finalidade, registrando os resultados obtidos na Ficha de Inspeção de Rotina. Conforme previsto no PAE, estes técnicos obtiveram treinamento específico em segurança de barragens e estão capacitados para realizar as inspeções visuais, fazer leituras dos instrumentos como piezômetros e medidores de vazão, manutenção dos taludes e sistema de drenagem. O resultado dessas ações é analisado pelo engenheiro civil da Cantu Energética, Eng. Luiz Prado, responsável por esta atividade.

Além dessas atividades, foram realizadas as inspeções de segurança regular, por consultores independentes de reconhecida capacidade técnica, com formação em engenharia e geologia, com acompanhamento do engenheiro de segurança de barragens da Cantu Energética. Na ocasião são vistoriadas as

seguintes estruturas da PCH: barramento, vertedouro, tomada d'água, conduto forçado, casa de força e instrumentos de auscultação.

O ANEXO III apresenta o Relatório da Revisão Periódica de Degurança da PCH Cantu 2.

13.4 CONSIDERAÇÕES

O Plano de Gerenciamento de Risco foi revisado e protocolado na ANEEL, conforme solicitação da ANEEL através do Ofício Circular nº 3/2019-SFG/ANEEL de 06/02/2019.

O Plano de Ação de Emergência - PAE da PCH Cantu 2 foi elaborado no ano de 2015 pela empresa RDR Consultores Associados, em cumprimento à Política Nacional de Segurança de Barragens - Lei Federal nº 12.334 de 20/09/2010, antes da mesma ser regulamentada pela ANEEL através da Resolução Normativa nº 696 de 15/12/2015. O documento foi protocolado nas Prefeituras dos Municípios de Nova Cantu e Laranjal, Corpo de Bombeiros Comunitário de Pitanga e Defesa Civil de Nova Cantu.

14 PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

14.1 JUSTIFICATIVA

Este plano se justifica devido à necessidade de controlar o fluxo dos resíduos e efluentes gerados na PCH Cantu 2, desde a sua geração até a sua destinação final, a fim de prevenir danos ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores.

14.2 OBJETIVO

O objetivo geral deste plano é:

- Reduzir a geração de resíduos sólidos no empreendimento, indicando o correto acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final.

Os objetivos específicos são:

- Manter a qualidade ambiental da área de influência do empreendimento;
- Reduzir gastos desnecessários com o tratamento e a destinação final dos resíduos, através da redução na fonte por práticas de reuso de materiais;
- Garantir a saúde e o bem-estar dos colaboradores;
- Promover a disposição correta dos resíduos desde a fase de implantação, buscando conformidade com a legislação ambiental;
- Evitar a contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas.

14.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

No segundo semestre de 2020 os resíduos foram acondicionados na Central de Resíduos (Figura 14.3.1). Os resíduos recicláveis foram destinados ao Centro de Triagem de Nova Cantu e os resíduos comuns são depositados na Estação Municipal de Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos, conforme declaração apresentada no ANEXO IV.

Próximo à casa de força há coletores de resíduos recicláveis (Figura 14.3.2) utilizados por trabalhadores e visitantes.

A quantidade de resíduos gerados pela operação da usina é pequena, face ao pequeno número de funcionários trabalhando no empreendimento, bem como o recebimento de visitantes não é constante no local.



Figura 14.3.1 - Central de Resíduos Sólidos da PCH Cantu 2.



Figura 14.3.2 Coletores de resíduos recicláveis na PCH Cantu 2.

15 LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 33945

Este item tem por objetivo apresentar o status de atendimento das condicionantes contidas na LICENÇA DE OPERAÇÃO da PCH Cantu 2 Nº 33945 de 23/12/2015.

Neste sentido em 19/08/2019 sob o nº 15.979.610-8 foi protocolado a solicitação de Renovação da LO Nº 33945. Em 16/10/2019 pelo Ofício nº 189/2019/IAP/DIALE/DAI o Instituto ambiental do Paraná – IAP, informou a Cantu Energética S.A. que para dar continuidade ao processo de análise da renovação da referida LO necessitava de alguns esclarecimentos.

Para tanto a Cantu Energética S.A. prontamente apresentou a Outorga de direito dos recursos hídricos e a ARTº dos profissionais habilitados ao mesmo tempo em que protocolou as correspondências **Carta CAN2 – 20191111-1 e Carta CAN2 – 2020/09/0901-1**, solicitando a dilação de prazo para a entrega das matrículas dos imóveis afetados pelo empreendimento com a respectiva averbação da reserva legal.

Desta forma enquanto o processo de renovação continua sob análise, (agora do Instituto Água e Terra - IAT) a Cantu Energética S.A. vem atendendo plenamente o contido nas Condicionantes da LO Nº33945 conforme exposto a seguir.

- **CONDICIONANTE 1**

Implementar e executar todos os programas e recomendações exaradas nos Estudos (EIA/RIMA e PBA) mantendo-os num mínimo de cinco anos com orçamento compatível à sua execução, à execução daqueles definidos com prazo superior.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 2**

Deverá ser mantida a apresentação ao IAP, de relatório de todos os programas e Subprogramas do PBA e outros a serem estabelecidos com manifestações conclusivas sobre os dados apresentados, em periodicidade conforme cronograma apresentado. Aqueles que não estiverem definidos os prazos de entrega deverão ser enviado mensalmente.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 3**

Todos os programas e projetos propostos a serem executados implementados e/ou complementados deverão ter suas respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica – ART, ou equivalente devidamente reconhecidas juntos aos Conselhos Regionais Profissionais e anexadas aos respectivos projetos

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 4**

Efetuar o registro fotográfico e de imagens de toda área do empreendimento antes do enchimento do reservatório e após o enchimento do mesmo. Tal procedimento deverá ser repetido a cada 05 anos, até o término da concessão visando o registro histórico do empreendimento.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 5**

O empreendedor deverá manter uma página na internet com o nome do empreendimento, no qual deverá conter as informações da PCH Cantu 2, tais como, estudos relatórios, licenças ambientais entre outros, responsabilizando-se em manter atualizadas as informações e disponíveis para o acesso público.

STATUS: A página na internet está ativa, contendo diversas informações sobre a usina, através do seguinte endereço eletrônico: <http://www.brennandenergia.com.br/pchcantu2/>

- **CONDICIONANTE 6**

Deverá ser mantida vazão sanitária remanescente , no mínimo de 1,84m³/s, de garantia para o trecho do rio Cantu à justante do barramento.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 7**

Providenciar apresentação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório – PACUERA em Audiência Pública, conforme legislação em vigor.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 8**

Deverá ser implementada a programação/cronograma de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APP, conforme proposta apresentada, contemplando o isolamento da área.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 9**

O Programa de Estudos e Conservação da Flora deverá ter continuidade conforme apresentado, devendo ser efetuado a preservação de uma faixa mínima de 100 (cem) metros ao redor do reservatório da PCH Cantu 2 como Áreas de Preservação Permanente conforme Lei Federal 12.251/2012 e a Resolução CONAMA 302/2002, conforme cálculo apresentado em atendimento a Portaria do IAP nº 069/2015

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 10**

Cumprir na íntegra a Autorização Ambiental nº 41.986/2015 para manejo e monitoramento da fauna.

STATUS: Atendido

- Autorização Ambiental Nº 50755 para monitoramento da fauna com validade até 09/04/2021.

- Autorização Ambiental Nº 50758 para monitoramento da ictiofauna com validade até 10/04/2021.

- **CONDICIONANTE 11**

Apresentar no prazo de 90 (noventa) dias, relatórios e resultados do Programa de Salvamento da Flora.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 12**

Atender as condicionantes contidas no Ofício 1.262/15 de 18 de dezembro de 2015 do IPHAN.

STATUS: Com a assinatura do TAC em 06/2018, foram definidos 5 (cinco) Programas para serem cumpridos pela Cantu Energética, sendo 3 (três) já finalizados dentro do prazo acordado e os outros estão em andamento, seguindo o cronograma estipulado pelo IPHAN.

- **CONDICIONANTE 13**

A matéria prima florestal, tanto comercial como aquela que não tem valor econômico, deverá ter sua destinação correta.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 14**

Deverá ser recolhida a reposição florestal equivalente ao volume proveinente da supressão para implantação da PCH, conforme Lei Estadual nº 11.054/1995 e Decreto Estadual nº 1.940/1996, em prazo não superior a 60 (sessenta) dias

STATUS: Protocolada no IAP Carta Brennand CTU-C- 003/01/2016 em 25/01/2016, solicitando agendamento de reunião para discutir esta condicionante.

- **CONDICINANTE 15**

Providenciar a outorga de direito dos recursos hídricos junto ao Instituto Águas do Paraná em um prazo não superior a 180 (cento e oitenta) dias.

STATUS: Atendido (ANEXO V)

PORTARIA Nº 2730/2019 - DPCA

O INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ por intermédio de seu DIRETOR PRESIDENTE, com fundamento no artigo 39 – A, inciso IX da Lei Estadual nº 12.726, de 28 de novembro de 1.999 e, artigos 5º e 6º, inciso I a VI, do Decreto Estadual nº 9.957, de 23 de janeiro de 2014, e conforme informações constantes no Protocolo nº 13.533,747-1, resolve:

Art.1º. Outorgar o uso das águas de domínio do Estado do Paraná, para **aproveitamento de potencial hidrelétrico**, na modalidade de **autorização de direito de uso**, sob regime e condições abaixo especificadas, em favor de:

Razão social : CANTU ENERGETICA S.A.

- **CONDICINANTE 16**

O Programa de Contingências de Risco deverá ter continuidade conforme apresentado e, em atendimento ao art.3º da Lei Federal nº12.334, de 20.09.2010, durante toda vida útil do empreendimento.

STATUS: Atendido

- **CONDICIONANTE 17**

Deverá ser firmado Termo de Compromisso para que sejam atendidos na íntegra, os requisitos estabelecidos na art. 17, da Lei Federal nº11.428/2006 e Lei da Mata Atlântica, bem como para compensação das áreas de reserva legal averbadas, assim como a diferença da faixa de APP correspondente aos lotes do Assentamento Chapadão, com protocolo específico para tal finalidade, em prazo de até 120 (cento e vinte) dias.

STATUS: O IAP emitiu o Ofício nº 284/2018/IAP/DIALE em 20/05/2018 aprovando a área indicada pela Cantu Energética para a compensação ambiental. A área já foi adquirida e está em processo de regularização junto ao Cartório de Imóveis. O próximo procedimento será a assinatura do Termo de Compromisso e conseqüentemente o cumprimento do Plano de Manejo aprovado pelo IAP.

- **CONDICIONANTE 18**

Atender os dispositivos com relação a Reserva Legal, conforme Legislação Ambiental vigente.

STATUS: Processo de atendimento em desenvolvimento, conforme Cartas CAN2-2019/1111-1 e CAN2–2020/0901-1 protocoladas no IAP em 13/11/2019 e 09/01/2020 respectivamente.

- **CONDICIONANTE 19**

Apresentar o Relatório de Inspeção Ambiental Periódica – Automonitoramento da PCH Cantu 2 referente ao ano de 2015, mantendo-se a apresentação com periodicidade anual até a próxima renovação da LO.

STATUS: Atendido – Relatório protocolado no IAP quando da emissão da LO.

- **CONDICIONANTE 20**

O empreendedor deverá se pronunciar sobre o aceite das presentes condicionantes em até 30 dias após o recebimento desta autorização.

STATUS: Protocolada no IAP Carta Brennand CTU-C- 003/01/2016 em 25/01/2016 dando aceite as condicionantes, exceto a Condicionante nº14, onde na oportunidade foi solicitada agendamento de reunião para tratar de referida Condicionante.

16 EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO SOMA

Alexandre Veiga de Camargo
Especialista em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental
CTF: 45789

Milton Ferreira
Especialista em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental
CTF: 96676

GESTÃO EXECUTIVA SOMA

Maira Avila Fonseca
Bióloga - CRBio/PR 28813/07-D
CTF: 45830

David Augusto Roher
Biólogo – CRBio 83346/07-D
CTF 5628891

Jean Júnior Barcik
Biólogo – CRBio 83001/07-D

Lamaisson Matheus dos Santos
Engº Florestal - CREA/PR 91659/D
CTF: 2243810

Marcelo Moglia Dutra
Engenheiro Agrônomo – CREA 112320 -D
CTF: 5127743

CARTOGRAFIA

Angelo Hartmann Pires
Geógrafo, Especialista em Geoprocessamento CREA/PR 127090-D
CTF: 5133820

17 ANEXOS

ANEXO I – RELATÓRIO DE LIMNOLOGIA, QUALIDADE DA ÁGUA E
ICTIOFAUNA – CAMPANHA DE MAIO/OUTUBRO DE 2020

ANEXO II – RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE –
CAMPANHA DE ABRIL/OUTUBRO DE 2020

ANEXO III – REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA



ANEXO IV – DECLARAÇÃO PREFEITURA – COLETA DE RESÍDUOS

ANEXO V – PUBLICAÇÃO – OUTORGA DE DIREITO DOS RECURSOS
HÍDRICOS



Programa de Monitoramento Limnológico, Qualidade da Água e Ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu

**RELATÓRIO CONSOLIDADO
FASE PÓS-ENCHIMENTO - 2020**

**Toledo
Dezembro 2020**



**CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DOS
PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS (ABIÓTICOS E BIÓTICOS) E
ICTIOFAUNA DA PCH CANTU 2, RIO CANTU**

**GILMAR BAUMGARTNER
CARLOS HENRIQUE ORSI
MARIA DO SOCORRO TENÓRIO BAUMGARTNER
(ORGANIZADORES)**

**TOLEDO/PR
2020**

EQUIPE EXECUTORA

GILMAR BAUMGARTNER

(Biólogo, Doutor em Ciências Ambientais, Responsável Técnico)

NYAMIEN YAHAUT SEBASTIEN

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Recursos Hídricos)

ÉDER ANDRÉ GUBIANI

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Ciências Ambientais)

DIRCEU BAUMGARTNER

(Engenheiro Agrícola, Doutor em Ciências Ambientais)

PITÁGORAS AUGUSTO PIANA

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Ciências Ambientais)

PAULO VANDERLEI SANCHES

(Biólogo, Doutor em Ciências Ambientais)

CLEODIMAR FERNANDES

(Matemático, Mestre em Métodos Numéricos)

ADRIANA DA SILVA TRONCO JOHANN

(Química, Doutora em Engenharia Agrícola)

TATIANA RODRIGUES DA SILVA BAUMGARTNER

(Engenheira Química, Doutora em Engenharia Química)

ANDERSON LUIS MACIEL

(Biólogo, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

ANTÔNIO NOGUEIRA

(Biólogo, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

CARLOS HENRIQUE ORSI

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

CLEOMAR FERNANDES

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

PEDRO ROGÉRIO LEANDRO DA SILVA

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

TATIANE MARY GOGOLA

(Bióloga, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

TIAGO DEBONA

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

VINÍCIUS VALIENTE DOS SANTOS

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

MARIA DO SOCORRO TENÓRIO BAUMGARTNER

(Bióloga, Mestre em Ciências Ambientais)

ROGÉRIO ANDERSON DRUZIAN

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

EDIMAR GONÇALVES

(Auxiliar de Pesquisa)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	5
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM DA PCH CANTU 2.....	5
CAPÍTULO 2.....	15
QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2...15	
CAPÍTULO 3.....	43
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2.43	
CAPÍTULO 4.....	64
COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2. ..64	
CAPÍTULO 5.....	105
ASSEMBLEIA DE PEIXES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2105	

APRESENTAÇÃO

Este relatório contém informações sobre o Programa de Monitoramento e Controle Limnológico e da Ictiofauna na Área de Influência da **PCH Cantu 2**. Os resultados contidos nesse volume apresentam os elementos obtidos durante a fase de pós represamento do rio Cantu, na área de influência da PCH Cantu 2, nos meses de maio e outubro de 2020. Portanto, o propósito é apresentar os resultados sobre a Qualidade da Água Superficial e Subterrânea, das Comunidades Fitoplanctônica, Zooplanctônica, Bentônica e da Ictiofauna, para servir de parâmetro de comparação com o período anterior à formação do reservatório, assim como acompanhar as variações no período pós-formação.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM DA PCH CANTU 2

*Gilmar Baumgartner
Carlos Henrique Orsi*

1.1 INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento populacional resulta em alta demanda de água e energia elétrica, fato este que ocasiona, em várias regiões, problemas de escassez destes recursos. Com o intuito de aumentar a produção de energia no Brasil, a partir da década de 1940, um grande número de unidades geradoras de eletricidade, principalmente as hidrelétricas, começaram a ser instaladas em vários rios, principalmente nas regiões sul e sudeste.

Buscando expansão do setor elétrico, desde 1998, uma prioridade dos órgãos públicos tem sido a implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) (Agostinho et al., 2007). Estas ações levaram a grande expansão da produção de energia de 1.000 MW em 1940 para 59.500 MW em 1999 (Santos & Freitas, 2000), entretanto, a construção de barragens implica na imediata modificação do regime hidrológico, com a transformação de um ambiente lótico em lêntico, com considerável aumento no tempo de residência da água.

Assim, entre os efeitos destas atividades de manipulação ambiental estão diferentes modificações nas características físicas, químicas e biológicas dos corpos hídricos (Agostinho et al., 1997). Considerando as características limnológicas, o barramento do rio com a consequente formação do reservatório é a principal força responsável pelas modificações no corpo do reservatório e a sua jusante (Esteves, 1998; Lansac-Tôha et al., 1999; Tundisi et al., 1999).

Entre os fatores mais afetados, destacam-se o comportamento térmico da coluna de água, os padrões de sedimentação e circulação das massas de água, a dinâmica dos gases, a ciclagem de nutrientes, as estruturas das comunidades aquáticas (Thomaz et al., 1997), a composição de nutrientes e as formas de fósforo e nitrogênio, a constituição das algas e demanda de oxigênio dissolvido no meio aquático (Esteves, 1998). Esta situação gera um processo de eutrofização, a qual é responsável pelo aumento da produtividade biológica e decréscimo básico do volume dos reservatórios, a partir da adição excessiva de materiais orgânicos e inorgânicos dissolvidos e particulados (Wetzel, 2001). Com a eutrofização, muitas espécies da comunidade zooplanctônica que predominavam antes do represamento e

que estavam adaptadas a uma condição lótica, podem ser substituídas por aquelas típicas de ambientes lênticos.

As águas subterrâneas, na maioria das vezes provenientes de poços, geralmente são menos contaminadas por fatores biológicos e químicos do que os mananciais superficiais, pois não ficam expostas aos diversos agentes poluentes (Eckhardt et al., 2008). Porém, a diversificada utilização das águas subterrâneas é crescente e, com isso, aumenta a importância da qualidade dessas águas (Costa et al., 2012).

São muitos os ecossistemas que estão ameaçados pela sobre-exploração das águas subterrâneas, pela poluição tóxica e difusa que as afeta e pelos impactos diretos e indiretos das alterações climáticas na disponibilidade hídrica. Todas essas ações antropogênicas têm reflexos negativos na saúde dos ecossistemas e nos serviços por eles prestados, como é o caso particular dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas, entendidos aqui como aqueles que necessitam parcial ou totalmente de água subterrânea para manter os processos ecológicos, garantindo a sua própria biodiversidade. O grau de dependência dos ecossistemas à água subterrânea deve ser avaliado com base em diversos atributos hidrogeológicos, quais sejam, o caudal de escoamento subterrâneo, o nível piezométrico e os descritores hidroquímicos (Ribeiro, 2009).

A formação dos reservatórios provoca reestruturações na composição e abundância das espécies que predominavam antes do represamento por aquelas tipicamente de ambientes lênticos. Tal reestruturação é influenciada pela composição de espécies no rio de origem, características da área terrestre inundada (heterogeneidade de habitats, como presença de lagoas marginais, canais, remansos, corredeiras, bancos de macrófitas) e da adoção ou não de medidas antes do represamento (remoção da vegetação nas proximidades) (Agostinho et al., 1992; 1999; 2007; Agostinho & Gomes, 1998). Esse conjunto de modificações é relacionado também com o tempo de formação do reservatório e forma de operação da barragem (Agostinho et al., 2007), podendo ser intensas, equivalendo à criação de um novo ecossistema (Baxter, 1977), principalmente pelas mudanças nas relações tróficas, na base da produção primária e na ciclagem de nutrientes.

Desse modo, o monitoramento da qualidade da água e das comunidades aquáticas no reservatório e área de influência é de fundamental importância, servindo como parâmetro de comparação com a fase pré-represamento. Neste contexto, as informações relativas à qualidade da água e ictiofauna apresentadas neste documento, referem-se ao período pós enchimento do reservatório da PCH Cantu 2, entre os meses de maio e outubro de 2020, fornecendo informações sobre as variações espaciais e temporais dos parâmetros físicos e

químicos da água, fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e também da abundância, composição, dieta e reprodução da ictiofauna.

1.2 OBJETIVOS

Este documento visa apresentar a consolidação dos resultados dos subprojetos “Caracterização e monitoramento dos parâmetros limnológicos (abióticos e bióticos) e ictiofauna do rio Cantu” obtidos nos meses de maio e outubro de 2020 (duas amostragens semestrais), período posterior à formação do reservatório da PCH Cantu 2.

1.3 ÁREA DE AMOSTRAGEM

O aproveitamento PCH Cantu 2 está localizado na região centro-sul paranaense, entre os municípios de Nova Cantu (margem direita) e Laranjal (margem esquerda). O eixo da barragem está implantado nas coordenadas 24°44'45”S/52°28'05”W, alagando uma área aproximada de 3,55 km² (Soma & Cantu Energética S.A., 2012).

Para atingir os objetivos propostos, foram estabelecidos cinco pontos de amostragem de limnologia, qualidade da água e ictiofauna na área de influência do reservatório, sendo: 1) **Montante (MON)**: entre as cidades de Nova Cantu e Palmital; 2) **Reservatório (RES)**: local onde está formado o reservatório e próximo da barragem; 3) **Trecho de Vazão Reduzida (TVR)**: entre Nova Cantu e Laranjal; 4) **Jusante (JUS)**: situado abaixo da saída de água das turbinas; e 5) **Rio Branco (BCO)**: entre os municípios de Laranjal e Palmital, no trecho lótico. Para o monitoramento das águas subterrâneas foram utilizados quatro poços situados na área de influência do reservatório: 1) **Poço 01 (P01)**: próximo ao local de Montante; 2) **Poço 02 (P02)**: na área de construção da PCH Cantu 2; 3) **Poço 03 (P03)**: na sede do assentamento Chapadão, município de Laranjal; 4) **Poço 04 (P04)**: na parte central do reservatório (Figura 1.1).

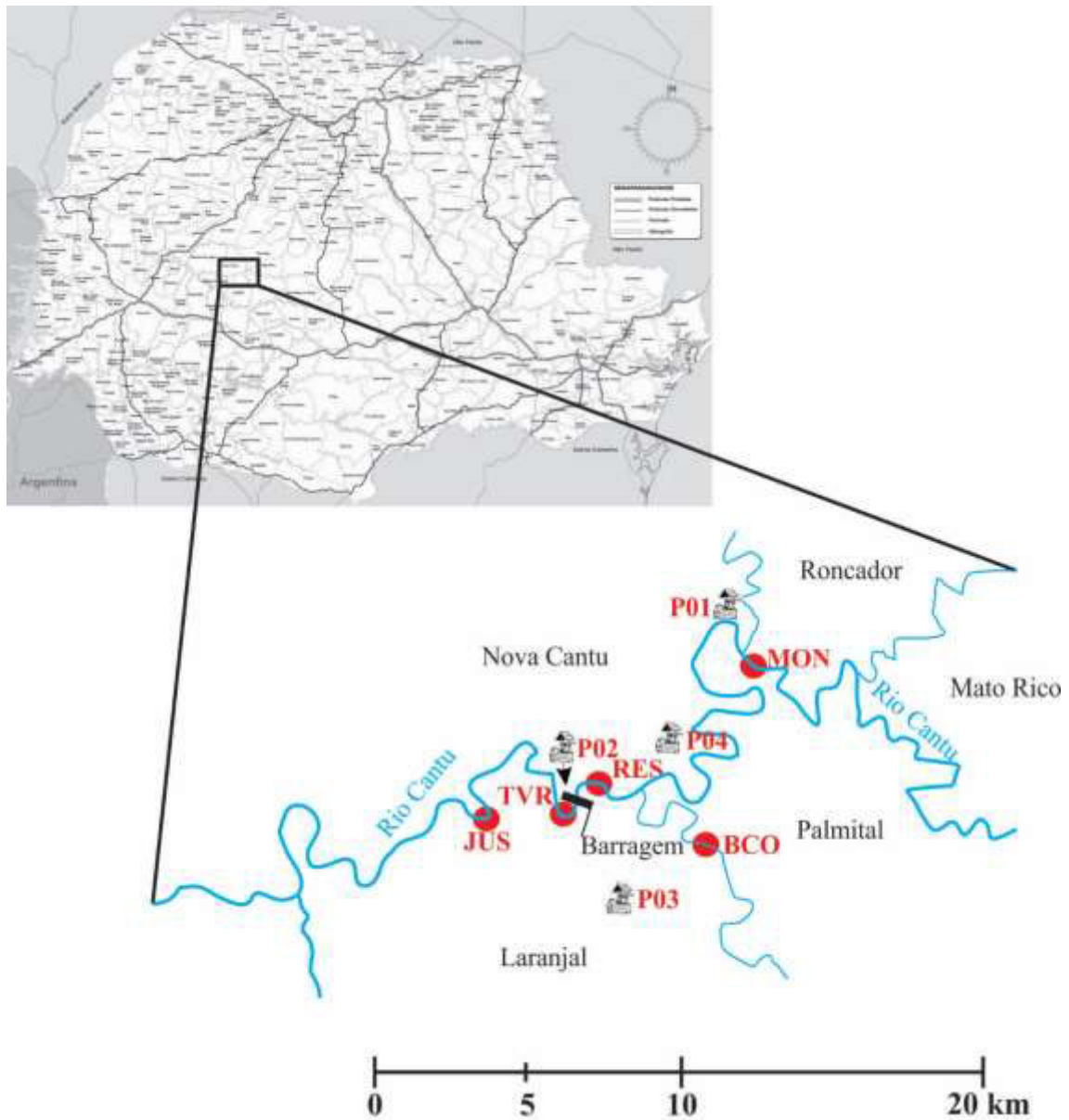


Figura 1.1 – Localização dos pontos de amostragem (MON = Montante; RES = Reservatório; TVR = Trecho de Vazão Reduzida; JUS = Jusante; BCO = Rio Branco; P01 = Poço 01; P02 = Poço 02; P03 = Poço 03; e P04 = Poço 04) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Nesta seção estão apresentadas as descrições detalhadas dos locais estabelecidos para realização das coletas referentes ao presente estudo.

Montante (MON): este local está compreendido entre os municípios de Nova Cantu e Palmital, nas coordenadas $24^{\circ}42'18,9''\text{S}/52^{\circ}25'25,4''\text{W}$, acima do tributário rio Azul, que faz divisa entre os municípios de Nova Cantu e Roncador. A partir deste ponto, o rio Cantu tem caráter lótico, onde as coletas foram realizadas. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa, principalmente na margem esquerda, onde o declive é mais acentuado. No entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 1.2).



Figura 1.2 – Vista panorâmica do local de amostragem Montante (MON) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Reservatório (RES): localizado entre os municípios de Nova Cantu e Palmital ($24^{\circ}44'42,75''\text{S}/52^{\circ}26'06,3''\text{W}$), este local sofre influência direta do barramento do rio Cantu, apresentando água lântica, com profundidade mais acentuada devido à formação do reservatório. No entorno encontram-se propriedades que exercem atividades de pecuária e agricultura (Figura 1.3).



Figura 1.3 – Vista panorâmica do local de amostragem Reservatório (RES) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Trecho de Vazão Reduzida (TVR): está compreendido entre o eixo da barragem e a saída da água das turbinas da PCH Cantu 2, entre os municípios de Nova Cantu e Laranjal, nas coordenadas $24^{\circ}45'6,87''S/52^{\circ}28'16,76''W$. É uma região de declive acentuado, entre duas corredeiras, cujo entorno apresenta propriedades que desenvolvem atividades de pecuária e agricultura nas duas margens (Figura 1.4).



Figura 1.4 – Vista panorâmica do local de amostragem Trecho de Vazão Reduzida (TVR), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Jusante (JUS): está situado nas coordenadas $24^{\circ}45'3,00''S/52^{\circ}29'33,2''W$ e apresenta as mesmas características físicas do local anterior, com a vegetação marginal presente em aproximadamente 30m de largura, fundo rochoso à montante e remanso na porção inferior. No entorno, atividades agrícolas e de pecuárias estão presentes (Figura 1.5).



Figura 1.5 – Vista panorâmica do local de amostragem Jusante (**JUS**) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Rio Branco (BCO): o rio Branco é um tributário da margem esquerda do rio Cantu, fazendo divisa entre os municípios de Laranjal e Palmital. O ponto de amostragem foi localizado nas coordenadas $24^{\circ}45'57,1''\text{S}/52^{\circ}25'49,5''\text{W}$, e situou-se no trecho lótico logo acima do reservatório. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa, e no entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 1.6).



Figura 1.6 – Vista panorâmica do local rio Branco (**BCO**), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Poço 01: este poço (coordenadas $24^{\circ}42'23,21''\text{S}/52^{\circ}25'23,56''\text{W}$) está localizado na propriedade do Sr. Antônio Borgio, na margem direita do rio Cantu. O acesso ao local de Montante foi realizado a partir desta propriedade. A altitude é de 426 metros e a distância até o rio Cantu é de aproximadamente 150 metros. O poço possui 88 metros de profundidade e é utilizado para abastecer as casas da sede da fazenda e dos funcionários (Figura 1.7).



Figura 1.7 – Poço 01, próximo ao local Montante.

Poço 02: este poço foi perfurado em 22/01/2014 nas coordenadas $24^{\circ}44'42,3''S/52^{\circ}28'18,7''W$ e está localizado ao lado do escritório construído no canteiro de obras da PCH Cantu 2. A altitude no local é de 442 metros e a distância do reservatório é de aproximadamente 300 metros, na margem direita. As informações colhidas com a equipe de engenharia responsável pela obra mostram que o poço possui 250 metros de profundidade e vazão de 2.600 litros/hora, tendo sido utilizado para abastecer o canteiro de obras durante a construção da PCH e permanecendo ativo para o abastecimento de água potável (Figura 1.8).



Figura 1.8 – Poço 02, no canteiro de obras da PCH Cantu 2.

Poço 03: esse poço está localizado na sede do Assentamento Chapadão, município de Laranjal, margem esquerda do rio Cantu, nas coordenadas $24^{\circ}47'41,7''S/52^{\circ}27'31,0''W$, a uma altitude de 568 metros e aproximadamente 4,5 km distante do reservatório da PCH Cantu 2. De acordo com as informações colhidas com o responsável pelo poço no Assentamento, o mesmo possui 206 metros de profundidade e em épocas de seca é necessário fazer rodízio para que todas as casas sejam abastecidas (Figura 1.9).



Figura 1.9 – Poço 03, no Assentamento Chapadão.

Poço 04: Localizado na margem direita do rio Cantu na propriedade do senhor José Carlos Gomes, nas coordenadas 24°43'45,3"S/52°26'59,4"W, a uma altitude de 548 metros e aproximadamente 1.000 metros distante do rio Cantu. Este poço foi perfurado em fevereiro de 2015, possui profundidade de aproximadamente 100m, segundo informações do funcionário local, tem capacidade de vazão atual de 4 m³/h (Figura 1.10).



Figura 1.10 – Poço 05 na propriedade do Sr. José Carlos Gomes.

1.4 REFERÊNCIAS

Agostinho, A.A., Júlio Jr. H.F., Borghetti, J.R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. Revista Unimar, n. 14(supl.), p. 89-107.

Agostinho, A.A., Júlio Jr., H.F., Gomes, L.C., Bini L.M., Agostinho. C.S. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna, p. 179-208. In: Agostinho, A.A., Gomes, L.C. 1998. A remoção prévia da vegetação nos represamentos. In: Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, Maringá, n. 53, p. 13-15.

Agostinho, A.A., Gomes, L.C. 1998. A remoção prévia da vegetação nos represamentos. In: Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, Maringá, n. 53, p. 13-15.

Agostinho, A.A., Júlio Júnior, H. F. 1999. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. In: Lowe-McConnell, R.H. Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais. Tradução Anna Emília A de M. Vazzoler, Angelo Antônio Agostinho, Patrícia T.M. Cunningham. São Paulo: USP. (Coleção Base). Tradução de: Ecological Studies In Tropical Fish Communities. p. 374-400.

Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Pelicice, F.M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 501 p.

Baxter, R.M. 1977. Environmental effects of dams and impoundments. Annual Review in Ecology and Systematics, Palo Alto, v. 8, p. 255-283.

Costa, C.L., de Lima, R.F., Paixão, G.C., Pantoja, L.D.M. 2012. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, 33(2), 171-180.

Eckhardt, B., Faisst, H., Schmiegel, A., Schneider, T.M. 2008 Dynamical systems and the transition to turbulence in linearly stable shear flows. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A., n. 366, p. 1297–1315.

Esteves, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, Abril, 575 p.

Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M., Bonecker, C.C. 1999. Estrutura da comunidade zooplânctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá (GO). In: Henry, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio, Fapesp. p. 347-374.

Ribeiro, L. 2009. Águas Subterrâneas. In: Pereira, H.M., Domingos, T., Vincente, L., Proença V. (Eds.), Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment, Escolar Editora, Lisboa, p. 381-411.

Santos, A.H.M., Freitas, M.A.V. 2000. Hydropower and development in Brazil. p. 59-71. In: Dams, Development and environment. February, p. 4-16. São Paulo, Brazil.

Soma, Cantu Energética S.A. 2012. Solicitação de autorização para captura, coleta e transporte de animais silvestres para o programa de monitoramento da ictiofauna.

Thomaz, S.M., Roberto, M.C., Bini, L.M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. p. 73-102. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (eds.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, EDUEM, Maringá.

Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., Rocha, O. 1999. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo, SP. Escrituras.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology- 3th edition. Phyladelphia: W.B. Saunders. 743 p.

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2

*Cleodimar Fernandes
Adriana da Silva Tronco Johann
Gilmar Baumgartner*

2.1 INTRODUÇÃO

A água é um componente indispensável para a manutenção dos seres vivos no planeta, entretanto, é necessário que os recursos hídricos apresentem condições químicas, físicas e geológicas adequadas para a sua utilização (Capobianco, 2007).

Os corpos de água respondem à precipitação, ao intemperismo das rochas, às cargas de águas pluviais da agricultura e aos despejos industriais e municipais (Yabe & Gimenez, 2002). Assim, as características bióticas e abióticas dos corpos de água são um reflexo da atividade desenvolvida em sua bacia de drenagem e, considerando o conceito de rio comum contínuo (Vannote et al., 1980), a ocorrência e abundância das espécies dependem das características ambientais dos regimes lóticos.

Segundo Yabe & Gimenez (2002), a demanda de energia, o transporte, a estocagem e a utilização de matéria orgânica e de nutrientes pelos organismos aquáticos pode ser regulada por processos fluviais, portanto, o ciclo hidrológico e as características do sistema aquático respondem ao ciclo biológico e a padrões de estrutura comunitária em correlação com o equilíbrio dinâmico entre os diversos componentes de um sistema.

A construção de barragens implica na imediata modificação deste ambiente lótico em lêntico, promovendo um considerável aumento no tempo de residência da água, assim, a transformação do ambiente de rio em reservatório é a principal causa responsável pelas modificações das características limnológicas, tanto no corpo como a jusante do reservatório (Esteves, 1998, Lansac-Tôha et al., 1999; Tundisi et al., 1999).

Dentre os fatores físicos, químicos e biológicos que mais se alteram, podemos destacar o comportamento térmico da coluna de água, os padrões de sedimentação e circulação das massas, a dinâmica dos gases, a ciclagem de nutrientes e a estrutura das comunidades aquáticas (Thomaz et al., 1997).

Os represamentos dos rios provocam alterações na composição de nutrientes, principalmente das formas de fósforo e nitrogênio, uma vez que a constituição florística das

algas também se altera, elevando o consumo e a produção de nutrientes, assim como a demanda de oxigênio dissolvido (Esteves, 1998). Esta situação gera um processo de eutrofização, o que leva ao aumento da produtividade biológica e decréscimo do volume de água armazenado, a partir da adição excessiva de materiais orgânicos e inorgânicos dissolvidos e particulados em reservatórios (Wetzel, 2001).

Tais alterações, aliadas às modificações na disponibilidade de recursos alimentares, terminam por reestruturar a composição de toda a biota, de modo que esse conjunto de modificações é tão profundo que o processo equivale à criação de um novo ecossistema (Blaxter, 1977), principalmente pelas mudanças nas relações tróficas, na base da produção primária e na ciclagem de nutrientes.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de águas superficiais foram realizadas em maio e outubro de 2020, em cinco locais de amostragem estabelecidos na área da PCH Cantu 2 (conforme descrição apresentada), sendo quatro na sub-superfície (Montante, TVR, Jusante e BCO) e um em três profundidades (Reservatório – Superfície, Meio e Fundo), os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados estão listados na tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas no rio Cantu e tributários, na área de influência da PCH Cantu 2.

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
Alcalinidade total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gran SMEWW - 23° ed. 2017. Method 2320 B	pHmetro	APHA (2017)
Cádmio*	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3030 F SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3120 B	ICP	APHA (2017)
Cálcio	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico EDTA SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 3500-Ca-B	Microbureta	APHA (2017)
Chumbo*	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3030 F SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3120 B	ICP	APHA (2017)
Cloretos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico – Nitrato de Mercúrio SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-Cl-C	Microbureta	APHA (2017)
Clorofila a	µg/L	Garrafa	Protegido da Luz	Colorimétrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 10200-H	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Cobre*	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3030 F SMWW, 23ª Ed., 2017. Método 3120 B	ICP	APHA (2017)

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
Coliformes totais e fecais	NMP/100m L	Frasco	Refrigerado	Teste de coliforme de substrato enzimático SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 9223-B	Lâmpada UV	APHA (2017)
Condutividade elétrica	µS/cm	<i>in loco</i>	Refrigerado	Potenciométrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2510 B	Condutivímetro/Sonda	APHA (2017)
Cromo*	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3030 F SMWW, 23ª ed., 2017. Método 3120 B	ICP	APHA (2017)
DBO	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico – Teste de DBO de 5 dias SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 5210-B	Incubadora DBO	APHA (2017)
DQO	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico – Refluxo Fechado SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 5220-D	Digestor de DQO e Espectrofotômetro	APHA (2017)
Dureza	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico EDTA SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2340-C	Microbureta	APHA (2017)
Fenóis	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Destilação SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 5530 B	Destilador	APHA (2017)
Fósforo total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida) SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-P B, E	Espectrofotômetro	MACKRETH <i>et al.</i> (1978), APHA (2017)
Magnésio	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Método de Cálculo SMEWW - 23° ed. 2017. Método 3500 B - Mg	-	APHA (2017)

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
Nitrato	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método 8039	Espectrofotômetro HACH	HACH/ APHA (2017)
Nitrito	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (reação com sulfanilamida) SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-NO-2	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (indofenol) SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-NH3-F	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Nitrogênio total kjehdal	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico - Digestão ácida SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-Norg B/ Método: 4500-NH3-F	Microbureta	APHA (2017)
Óleos e Graxas	mg/L	Garrafa	Refrigerado	SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 5520-D	Estrato Soxlet	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	mg/L	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico – Eletrodo de Membrana SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-O-G	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	% de Sat.	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico – Eletrodo de Membrana SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-O-G	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
pH	-	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500 H ⁺	pHmetro/Sonda	APHA (2017)
Sólidos totais, Sólidos totais dissolvidos e suspensos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gravimétrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2540-B, C e D	Estufa	APHA (2017)
Sílica Reativa*	mg/L	Garrafa	Refrigerado	SMWW, 23ª Ed., 2017, Método 3120 B	Espectrometria de Emissão de Plasma: Método de Plasma	APHA (2017)

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
					Indutivamente Acoplado (ICP – OES)	
Sulfatos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Turbidimétrico SulfaVer 4 Method 8051 - Hach	Espectrofotômetro HACH	HACH/APHA (2017)
Temperatura da água	°C	<i>in loco</i>	-	Método de Laboratório e Campo SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2550-B	Oxímetro/Sonda multiparamétrica	APHA (2017)
Temperatura do ar	°C	<i>in loco</i>	-	SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2550-B	Termômetro de bulbo	ESTEVES (1998)
Transparência	m	<i>in loco</i>	-	Secchi (Visual)	Disco de Secchi	WETZEL (2001b)
Turbidez	NTUs	<i>in loco</i>	-	Nefelométrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2130 A, B	Turbidímetro	APHA (2017)

OBS: * Parâmetros terceirizados para Freitag Laboratórios Ltda, Acreditação ISO 17025, CRL nº 0687 e IAPCCL nº 003.

Após a determinação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, foi estimado o índice de qualidade da água (IQA), através da seguinte fórmula (Suderhsa, 1997):

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

Sendo:

IQA = Índice de qualidade da água;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro (obtido nas curvas);

W_i = peso relativo do i -ésimo parâmetro (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Pesos dos diferentes parâmetros utilizados no cálculo do índice de qualidade da água (Suderhsa, 1997).

Parâmetros	Pesos (WI)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,10
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Fecais	0,15
Nitrogênio Total	0,10
pH	0,12
Variação da Temperatura	0,10
Resíduo Total	0,08
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08

A qualidade da água foi classificada em Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima (Cetesb, 2003), conforme o valor de IQA constante na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Classificação da água de acordo com os valores de IQA.

IQA	Classificação
$79 < IQA \leq 100$	Ótima
$51 < IQA \leq 79$	Boa
$36 < IQA \leq 51$	Regular
$19 < IQA \leq 36$	Ruim
$IQA \leq 19$	Péssima

Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água de Reservatórios, as variáveis selecionadas receberam pesos distintos, em função de seus diferentes níveis de importância na avaliação da qualidade da água (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Variáveis selecionadas para cálculo do IQAR e seus respectivos pesos.

Variáveis "i"	Pesos (WI)
Déficit de Oxigênio (%)	17
Fósforo Total (mg/L)	12
Nitrog. Inorg. Total (mg/L)	08
Clorofila-a (mg/m ³)	15
Disco de Secchi (m)	12
DQO (mg/L)	12
Fitoplâncton (Diversidade e florações)	08
Tempo de residência (dias)	10
Profundidade média (m)	06

A classe de qualidade de água a que o reservatório pertence foi calculada através do Índice de Qualidade de Água de Reservatórios (IQAR), de acordo com a seguinte fórmula:

$$IQAR = \frac{\sum W_i \cdot q_i}{\sum W_i}$$

Deste modo, existem seis classes de qualidade da água em função do nível de comprometimento (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Índice de Qualidade da Água de Reservatórios.

Classe	IQAR
I	0-1,5
II	1,6-2,5
III	2,6-3,5
IV	3,6-4,5
V	4,6-5,5
VI	>5,6

Sendo:

Classe I: não impactado a muito pouco degradado. Corpos d'água sempre com saturação de oxigênio, baixa concentração de nutrientes, concentração de matéria orgânica muito baixa, alta transparência das águas, densidade de algas muito baixa, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média.

Classe II: pouco degradado. Corpos d'água com pequena entrada de nutrientes orgânicos e inorgânicos e matéria orgânica, pequena depleção de oxigênio dissolvido, transparência das águas relativamente alta, baixa densidade de algas, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média.

Classe III: moderadamente degradado. Corpos d'água que apresentam um déficit de oxigênio dissolvido na coluna de água, podendo ocorrer anoxia na camada de água próxima ao fundo em determinados períodos, entrada considerável de nutrientes e matéria orgânica, grandes variedades e densidade de algumas espécies de algas, que podem ser predominantes, tendência moderada a eutrofização, tempo de residência das águas considerável.

Classe IV: criticamente degradado a poluído. Corpos d'água com entrada de matéria orgânica capaz de produzir uma depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido da coluna d'água, possibilidade de ocorrer mortandade de peixes em alguns períodos de acentuado déficit de oxigênio dissolvido, entrada de consideráveis cargas de nutrientes, alta tendência a eutrofização, ocasionalmente com desenvolvimento maciço de populações de algas, ocorrência de reciclagem de nutrientes, baixa transparência das águas associada principalmente à densidade de algas.

Classe V: muito poluído. Corpos d'água com altas concentrações de matéria orgânica, geralmente com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, alta entrada e ciclagem de nutrientes, eutrofizados, com florações de algas que frequentemente cobrem grandes extensões da superfície da água, o que limita a transparência.

Classe VI: extremamente poluído. Corpos d'água com condições bióticas seriamente restritas, resultante de severa poluição por matéria orgânica ou outras substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido, sendo que ocasionalmente ocorrem processos de anoxia em toda coluna de água, entrada e reciclagem de nutrientes muito altos, hipereutróficos, com florações de algas cobrindo toda a massa de água, eventual presença de substâncias tóxicas.

A determinação do Índice de Estado Trófico (IET) foi baseada no trabalho de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004), conforme as expressões:

Para ambientes lóticos (rios):

$$IET(CL) = 10 \left[6 - \frac{(-0,7 - 0,6(\ln CL))}{\ln 2} \right] - 20$$

$$IET(PT) = 10 \left[6 - \frac{(0,42 - 0,36(\ln PT))}{\ln 2} \right] - 20$$

$$IET = \frac{IET(PT) + IET(CL)}{2}$$

Para ambientes lênticos (reservatórios):

$$IET(CL) = 10 \left[6 - \frac{(0,92 - 0,34(CL))}{\ln 2} \right]$$

$$IET(PT) = 10 \left[6 - \frac{(1,77 - 0,42(\ln PT))}{\ln 2} \right]$$

$$IET = \frac{IET(PT) + IET(CL)}{2}$$

Sendo:

IET (CL) = índice clorofila-*a*;

IET (PT) = índice fósforo total;

IET = índice de estado trófico.

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para clorofila-*a*, o índice foi calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET, sendo informado qual variável foi utilizada no cálculo. A classificação do estado trófico foi dada conforme Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Classificação do estado trófico, segundo Índice de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004).

Classificação de Estado Trófico - Rios			
Estado Trófico	Critério	Fósforo Total (mg/m ³)	Clorofila- <i>a</i> (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	PT ≤ 13	CL ≤ 0,74
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	13 < PT ≤ 35	0,74 < CL ≤ 1,31
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	35 < PT ≤ 137	1,31 < CL ≤ 2,96
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	137 < PT ≤ 296	2,96 < CL ≤ 4,70
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	296 < PT ≤ 640	4,70 < CL ≤ 7,46
Hipereutrófico	IET > 67	640 < PT	7,46 < CL

Para estabelecer as diferenças na qualidade da água entre os locais e meses de amostragem, as variáveis físicas e químicas foram sumarizadas através da análise de componentes principais (PCA), sendo retidos para posterior análise os componentes que apresentaram autovalores maiores que 1,0 (critério de Kaiser-Guttman) (Jackson, 1993). Os procedimentos para realização e interpretação dos resultados seguiram as recomendações de

McCune & Grace (2002), sendo utilizado o software Pc-Ord 4.0® (McCune & Mefford, 1999).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos para os parâmetros ambientais analisados nos meses de maio e outubro de 2020 nas águas superficiais, e em mais duas profundidades do reservatório, coletadas na área de influência da PCH Cantu 2.

Temperatura do Ar

No período analisado, os valores de temperatura do ar variaram de 15,0°C no local JUS em maio a 32,0°C no local MON no mês de outubro, a temperatura média entre os locais e meses foi de 24,9°C (Figura 2.1).

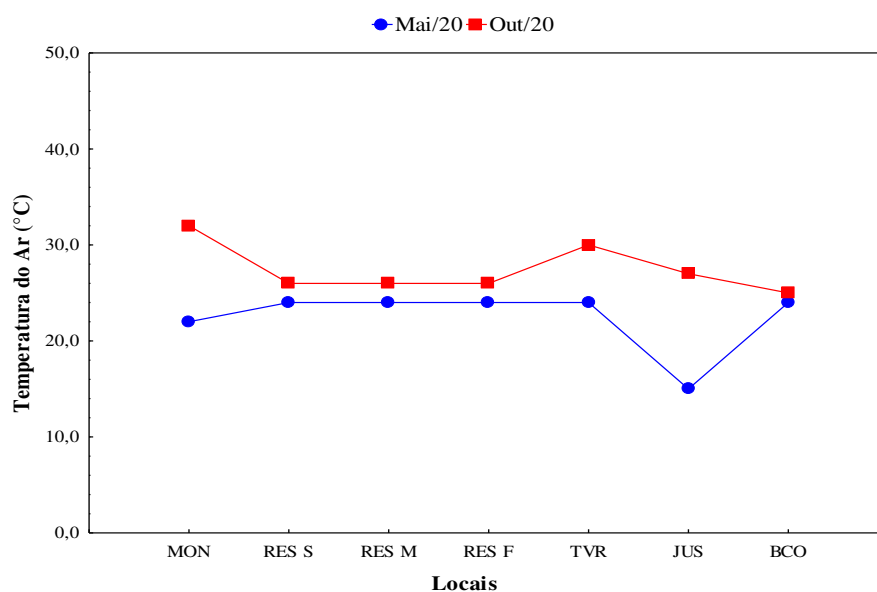


Figura 2.1 – Variação da temperatura do ar (°C) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Temperatura da Água

A temperatura da água apresentou menor valor nas camadas RES M e RES F (15,1°C) e maior registro no local MON (25,5°C), ambos no mês de outubro (Figura 2.2). Cabe ressaltar que esse parâmetro desempenha um importante papel no controle de espécies aquáticas, podendo ser considerada uma das características mais importantes do meio aquático (Silva et al., 2008).

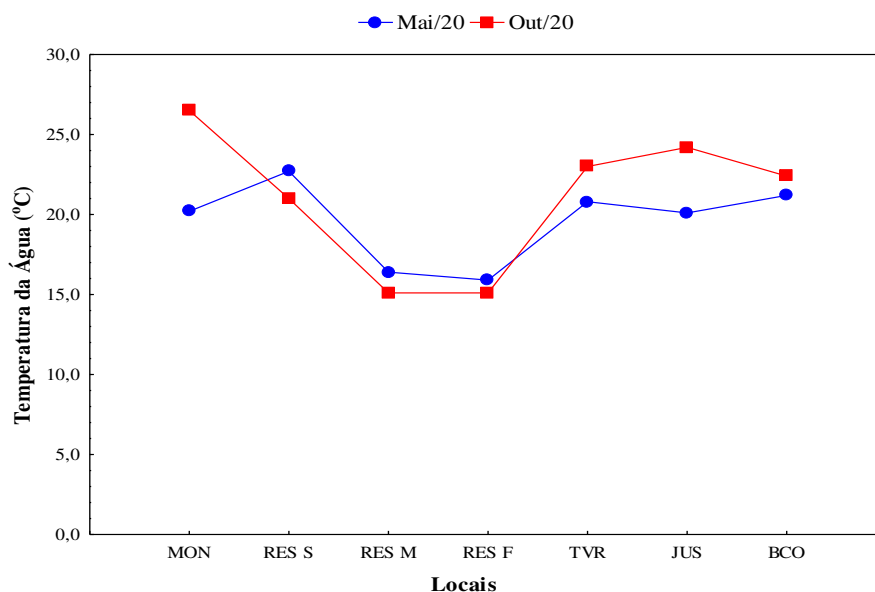


Figura 2.2 – Variação da temperatura da água (°C) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido apresentou menor valor (1,56 mg/L) nas camadas RES M e RES F em maio e no RES F em outubro e uma maior concentração ocorreu no local BCO, 11,50 mg/L, em maio (Figura 2.3). Embora as concentrações tenham sido baixas nas camadas mais profundas, não foi verificada mortandade de organismos aquáticos neste período.

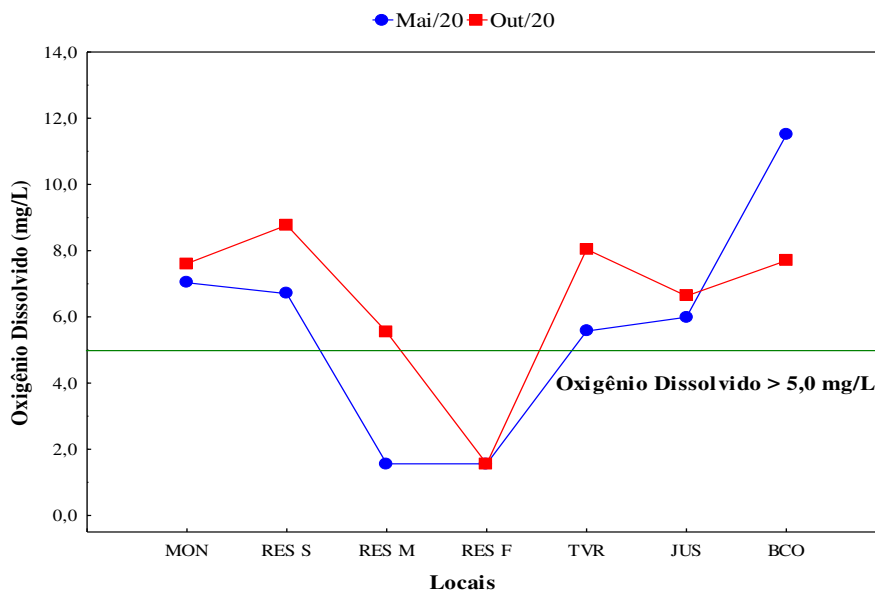


Figura 2.3 – Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

Em relação à saturação de oxigênio na água, que é a quantidade de oxigênio que está disponível para o meio, o maior valor foi verificado no local BCO, com 128,0%, em maio e o menor nas camadas RES M e RES F com 2,4% , também em maio (Figura 2.4). Para este parâmetro a resolução CONAMA nº 357/2005 não apresenta limites.

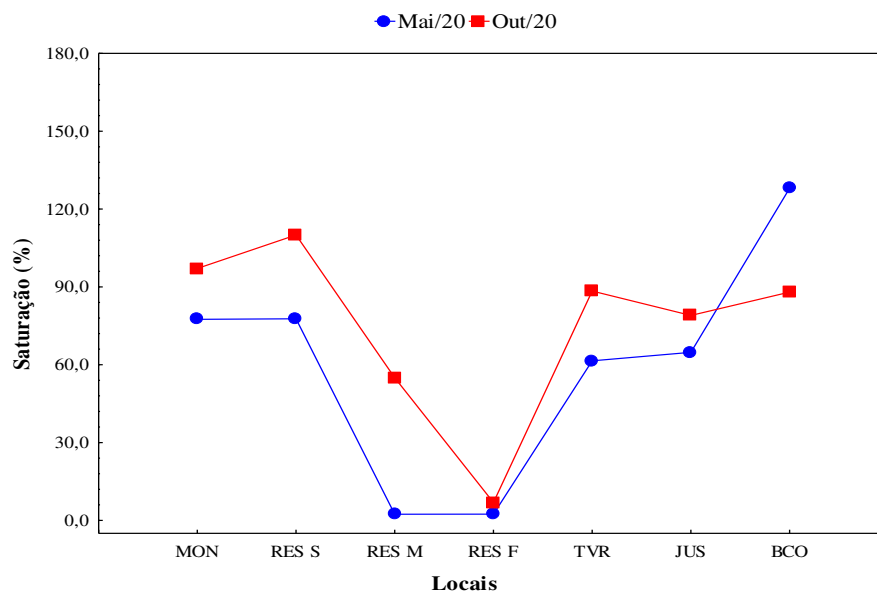


Figura 2.4 – Saturação de Oxigênio Dissolvido (%) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998), sendo necessário para a respiração de organismos aeróbicos, de modo que a sobrevivência dos peixes, por exemplo, requer concentrações mínimas de oxigênio dissolvido entre 10% e 60% de saturação, dependendo da espécie e outras características do sistema aquático (Fiorucci & Filho, 2005). Considerando-se ainda a resolução CONAMA nº 357/05, que estipula concentração mínima de 5,0 mg/L desse gás para águas de Classe 2, cabe ressaltar que a constatação de valores abaixo de 2,30 mg/L nas camadas RES M e RES F em ambos meses, caracteriza comprometimento da qualidade ambiental nesses períodos, entretanto, nos outros locais a concentração esteve acima dos limites da resolução.

Perfis de Oxigênio Dissolvido e Temperatura do Reservatório

O perfil de oxigênio dissolvido (Figura 2.5) mostrou uma maior mistura da coluna de água no mês de outubro, o mesmo sendo observado para a saturação de oxigênio

dissolvido (Figura 2.6), diferentemente do mês de maio, quando pode-se observar uma estratificação do oxigênio e saturação, a partir do quinto metro de profundidade (Figura 2.7).

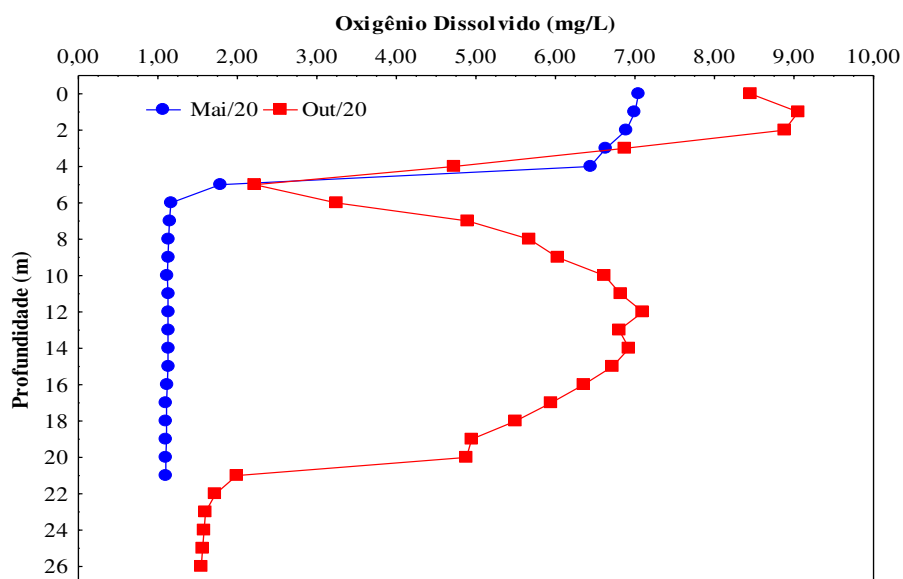


Figura 2.5 – Perfil de Oxigênio Dissolvido (mg/L) no Reservatório, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

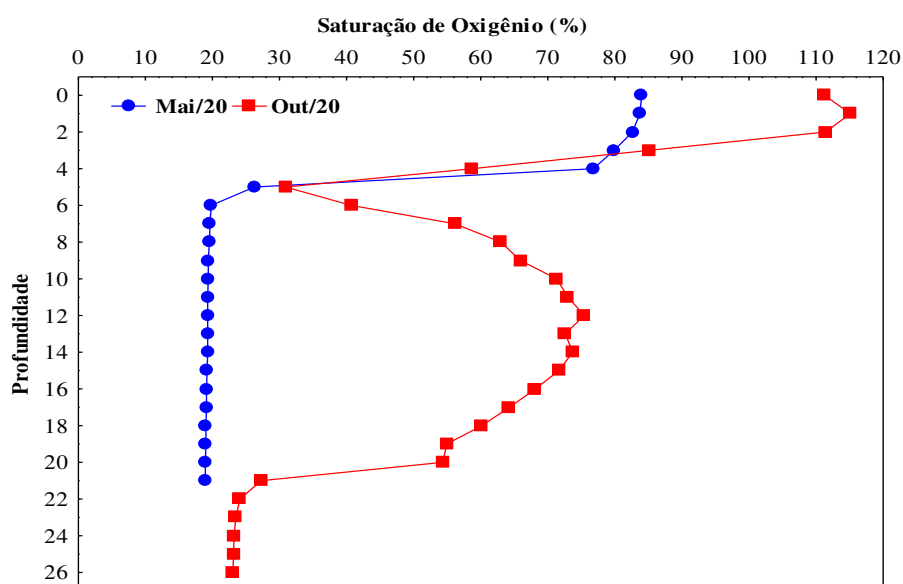


Figura 2.6 – Perfil de Saturação de Oxigênio Dissolvido (%) no Reservatório, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

Para a temperatura da água, pode-se observar que no mês de outubro a água esteve mais quente na camada mais superficial, em relação ao mês de maio, este fato pode ter contribuído para a estratificação mais acentuada do oxigênio no mês de outubro (Figura 2.7). Em ambos os meses houve estratificação térmica.

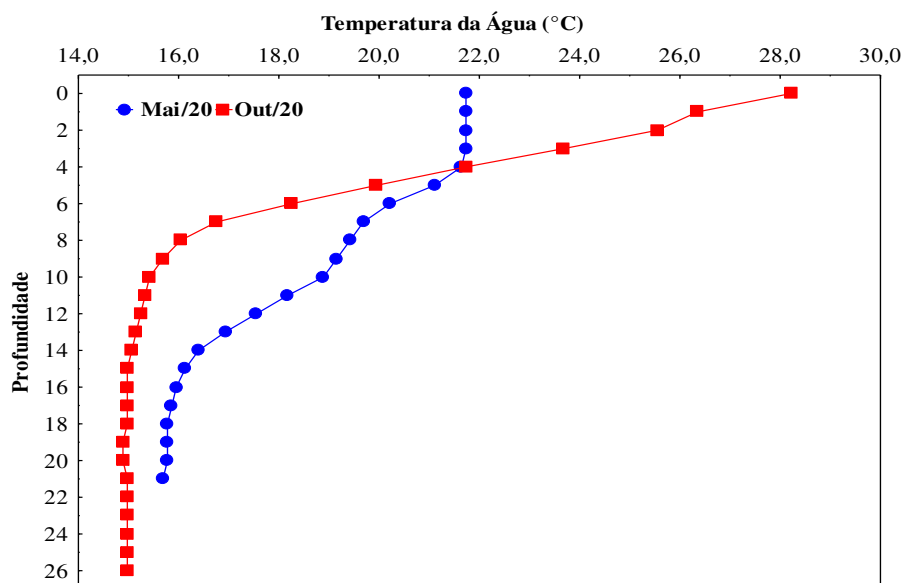


Figura 2.7 – Perfil de Temperatura da Água (C°) no Reservatório, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a medida da capacidade da água em conduzir corrente elétrica, cujos valores são expressos em micro Siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Esteves, 2011). Durante o período avaliado, o menor valor ocorreu no local RES M ($54,10 \mu\text{S}/\text{cm}$), no mês de outubro e o maior valor dessa variável ocorreu no BCO ($88,50 \mu\text{S}/\text{cm}$), também outubro (Figura 2.8).

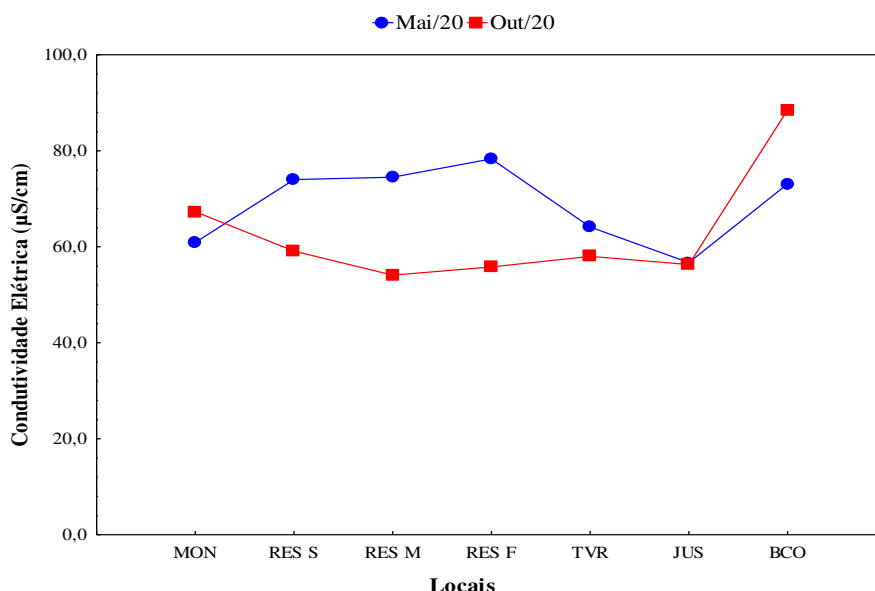


Figura 2.8 – Variação da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

pH

Os valores de pH no período amostrado variaram de 6,57 em outubro, no local JUS a 8,66 em maio, no local BCO (Figura 2.9).

O pH influencia os ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies, sendo que para que se conserve a vida aquática, o pH ideal deve variar entre 6,0 e 9,0 (Esteves, 1998). Esses mesmos limites (entre 6,0 e 9,0) são estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, assim, os valores dessa variável observados na área de influência da PCH Cantu 2 estiveram em conformidade com o que se considera adequado à vida em ambientes aquáticos.

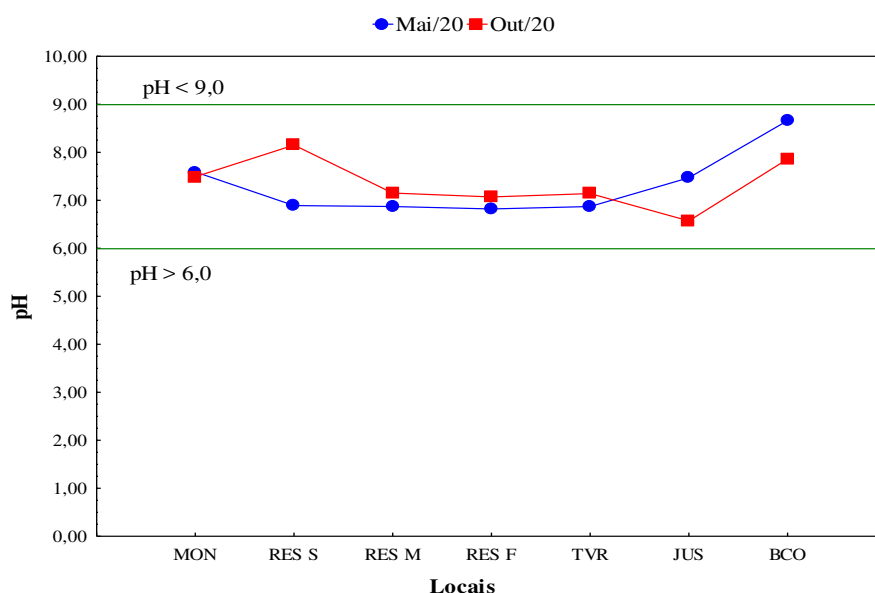


Figura 2.9 – Valores de pH nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

Turbidez

Os valores de turbidez observados variaram entre 0,93 NTU na MON e 19,80 NTU no local BCO, ambos em maio (Figura 2.10). A turbidez reflete o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, devido à presença de material particulado em suspensão e substâncias dissolvidas (Esteves, 2011). Considerando-se que a resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece como adequados para corpos de água da classe 2 os valores ≤ 100 NTU, em todos os locais amostrados na área de influência da PCH Cantu 2 a turbidez encontrou-se dentro dos limites considerados ideais para os organismos aquáticos.

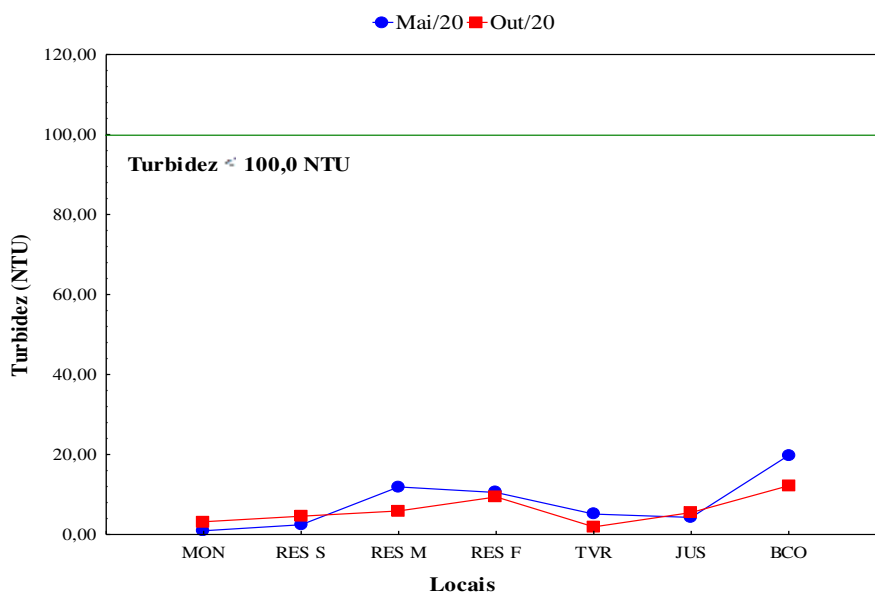


Figura 2.10 – Valores de turbidez (NTU) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

Transparência da Água

Quanto à transparência da água, os valores obtidos encontraram-se entre 0,40 m em BCO em maio e 3,20 m no local RES em outubro (Figura 2.11). A resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites para esse parâmetro.

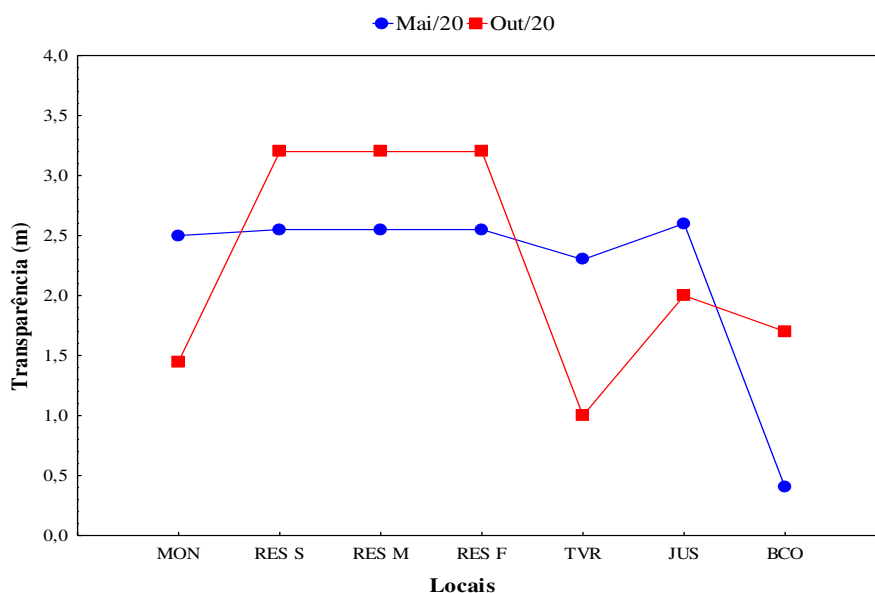


Figura 2.11 – Valores de transparência (m) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Alcalinidade

O valor de alcalinidade total variou de 17,50 mg/L a 41,25 mg/L, em maio e outubro, respectivamente, no local RES F (Figura 2.12). Para esse parâmetro, a resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites.

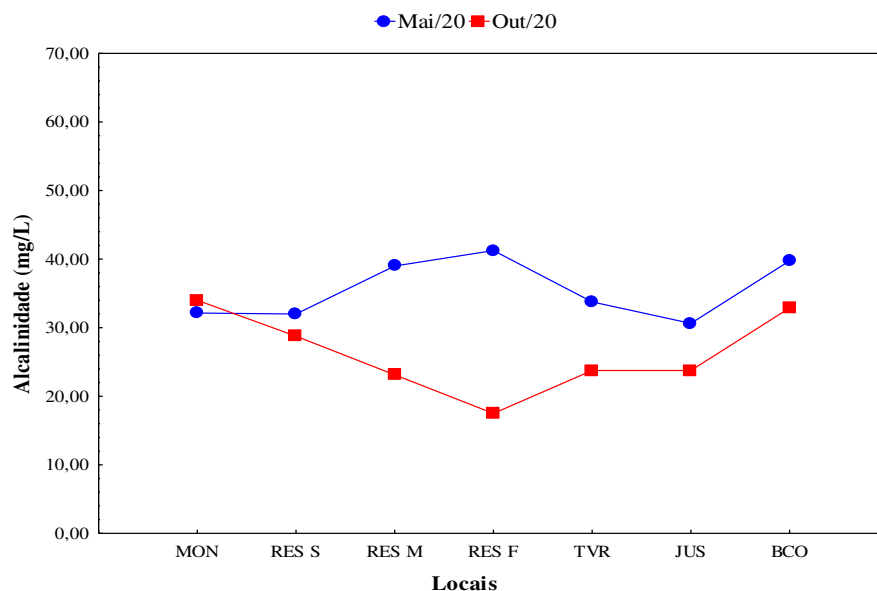


Figura 2.12 – Valores de alcalinidade total (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Fósforo Total

As concentrações de fósforo total, conforme apresentado na figura 2.13, variaram de 0,005 mg/L (MON e RES M), em maio, a 0,058 mg/L (JUS) em outubro. A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece um mínimo de 0,05 mg/L de fósforo total para reservatórios e 0,10 mg/L para rios, desta forma todos os locais ficaram de acordo com o preconizado pela resolução.

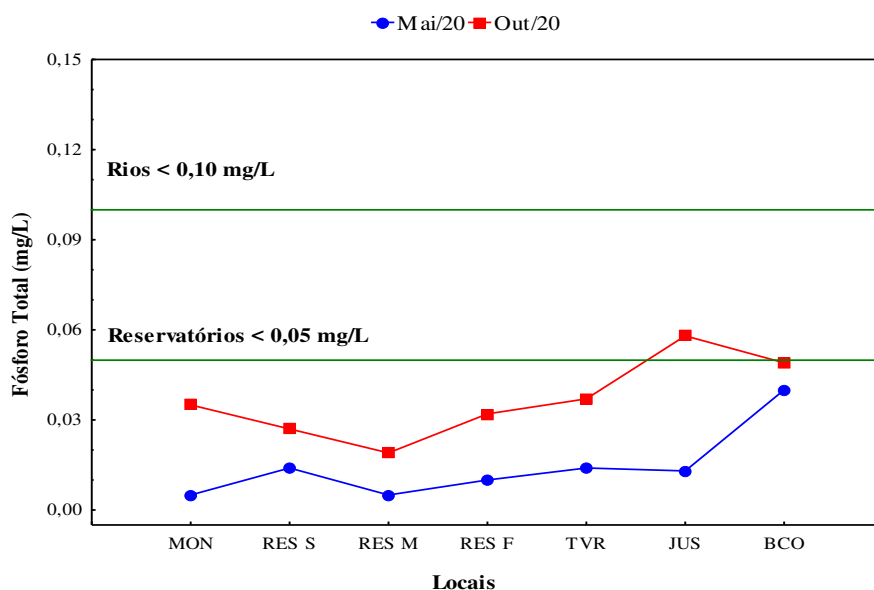


Figura 2.13 – Valores de fósforo total (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

O fósforo é um elemento essencial para o funcionamento e para o crescimento das plantas aquáticas, uma vez que é componente de ácidos nucleicos e adenosina trifosfato (Esteves, 2011). O fluxo de fósforo nas águas continentais depende de processos geoquímicos nas bacias hidrográficas, sendo que os fosfatos dissolvidos são derivados do processo de lixiviação de minerais (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Além disso, juntamente com a clorofila-*a*, é fundamental para o cálculo do índice de estado trófico dos ambientes.

Nitrogênio Total Kjeldahl

No período analisado, as concentrações de nitrogênio total Kjeldahl variaram de 0,06 mg/L no BCO, em maio, a 1,12 mg/L no TVR, em outubro (Figura 2.14). A resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece limites para esse parâmetro.

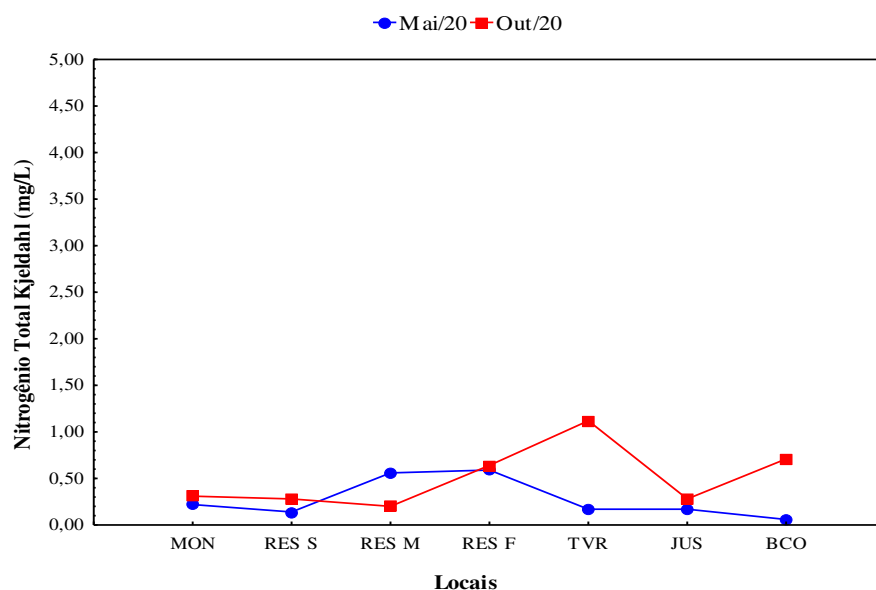


Figura 2.14 – Concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Nitrito

As concentrações de nitrito variaram de não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM= 0,002 mg/L) nos locais RES M e F em maio e outubro, respectivamente, ao maior valor (0,006 mg/L) no local JUN em maio e nos locais MON e RES S em outubro (Figura 2.15). A resolução CONAMA nº 357/05 determina um limite de até 1,0 mg/L de nitrito em águas da classe 2, portanto, todos os locais apresentaram concentrações dentro desse limite. O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades reduzidas nas águas superficiais, pois é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária no processo de nitrificação, no qual a amônia é transformada (oxidada) por bactérias em nitrito, e logo para nitrato (Esteves, 2011). O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio e sua presença na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica, sendo que em altas concentrações (> 1,0 mg/L) é tóxico aos organismos aquáticos (Esteves, 2011).

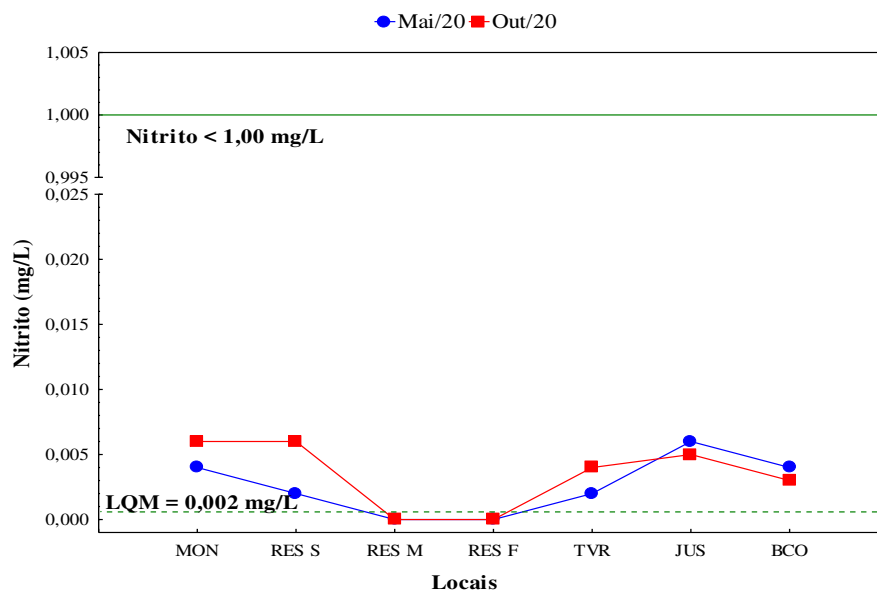


Figura 2.15 – Concentrações de nitrito (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Nitrato

As concentrações de nitrato, no período analisado, variam de 0,30 mg/L no local MON, em maio a 1,90 mg/L no RES F, no mesmo mês (Figura 2.16). O nitrato, principal forma de nitrogênio encontrada nas águas, ocorre em quantidades pequenas em águas superficiais e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas, quando em elevadas concentrações, pode conduzir ao processo de eutrofização (Esteves, 2011). Considerando-se as concentrações verificadas no período aqui analisado, esse parâmetro mostrou-se dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05 para águas da classe 2 ($\leq 10,00$ mg/L).

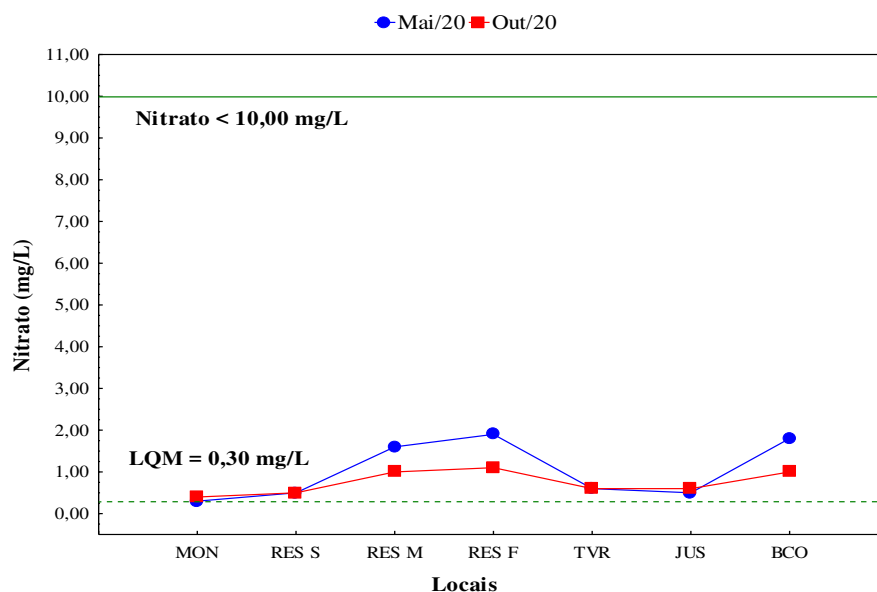


Figura 2.16 – Concentrações de nitrato (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Nitrogênio Amoniacoal

As concentrações de amônia observadas durante o período de estudo foram de forma geral maiores no local RES nas camadas meio e fundo no mês de maio, com máximo de 0,865 mg/L na camada RES F, enquanto o menor valor registrado foi de 0,015 mg/L em RES M, em outubro (Figura 2.17). Considerando-se a resolução CONAMA nº 357/05 para águas da classe 2, que estabelece um limite $< 3,70$ mg/L para $\text{pH} \leq 7,50$, os valores registrados para esse parâmetro podem ser considerados adequados, estando abaixo do limite estabelecido pela resolução. Cabe ressaltar que a amônia é um indicador de entrada de efluentes no corpo de água e, em concentrações elevadas, pode ser tóxica (Esteves, 2011).

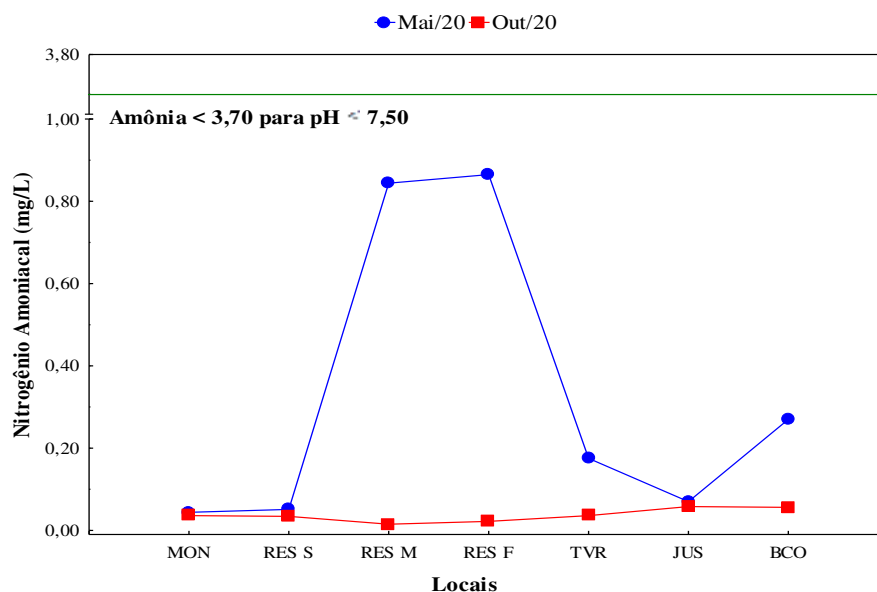


Figura 2.17 – Concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Os valores de DBO registrados para a área de influência da PCH Cantu 2 variaram de não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM = 1,00 mg/L) no local MON em outubro, a 9,84 mg/L no BCO, em maio (Figura 2.18). Na maioria dos locais e meses amostrados, a DBO esteve abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de 5,00 mg/L, exceto em maio e outubro, ambos no local BCO (9,84 e 6,15 mg/L, respectivamente). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no meio aquático é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável.

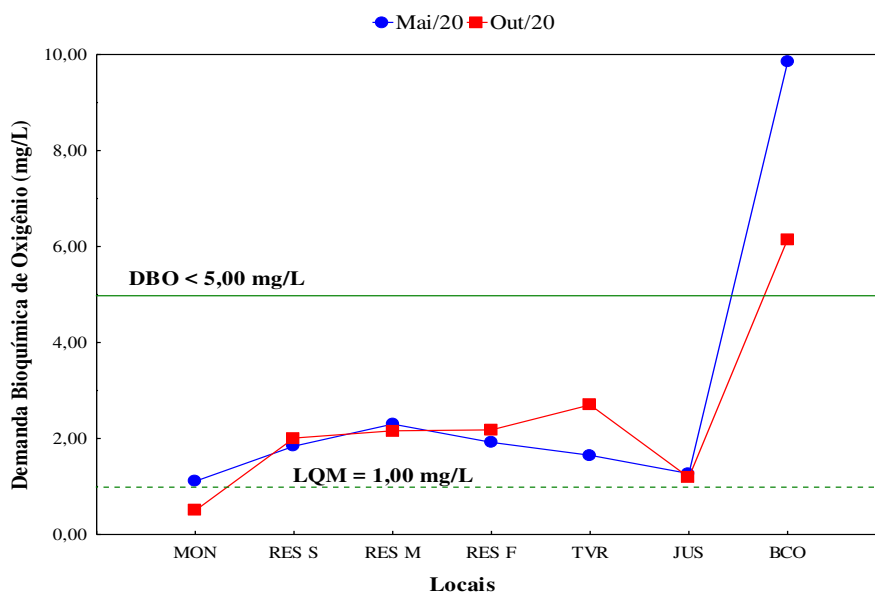


Figura 2.18 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 – Classe 2, a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

O menor valor da DQO foi registrado no local TVR (31,20 mg/L) e maior DQO ocorreu no local RES M (153,20 mg/L) ambos em maio (Figura 2.19). A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico, sendo que os seus valores normalmente são maiores que os da DBO e o seu aumento num corpo de água deve-se principalmente a despejos de origem industrial, de modo que a análise conjunta dessas demandas é fundamental para estimar a biodegradabilidade de despejos (Cetesb, 2006). Para esse parâmetro, a CONAMA nº 357/05 não preconiza limites.

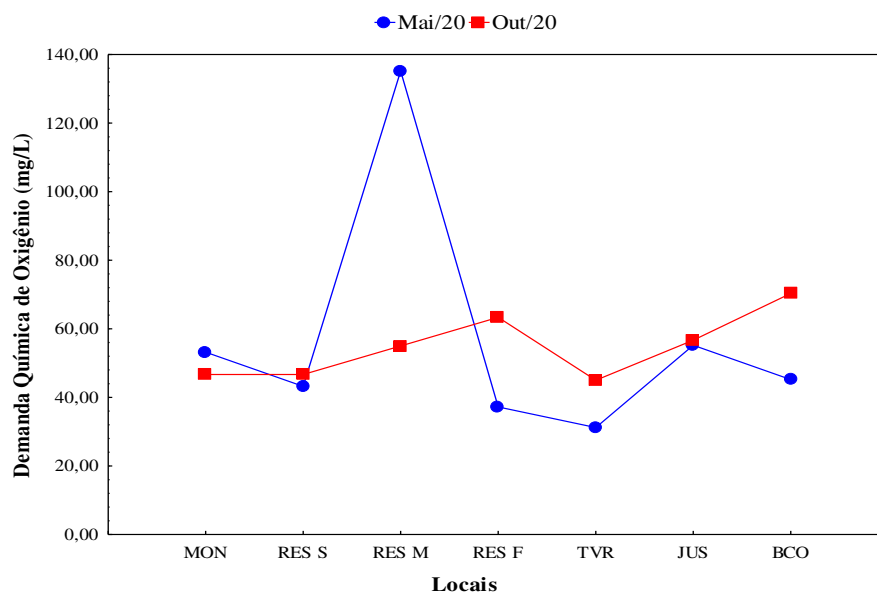


Figura 2.19 – Variação da demanda química de oxigênio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Clorofila *a*

Quanto à clorofila-*a*, o maior valor obtido foi de 109,58 $\mu\text{g/L}$ no local BCO, em maio, enquanto concentrações $<0,56 \mu\text{g/L}$ (Limite de Quantificação do Método) foram registradas nos locais RES M, RES F, em outubro (Figura 2.20). Assim, as concentrações de clorofila-*a* estiveram dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05 (até 30,00 $\mu\text{g/L}$), para águas de Classe 2, exceção feita somente para o local BCO nos dois meses analisados.

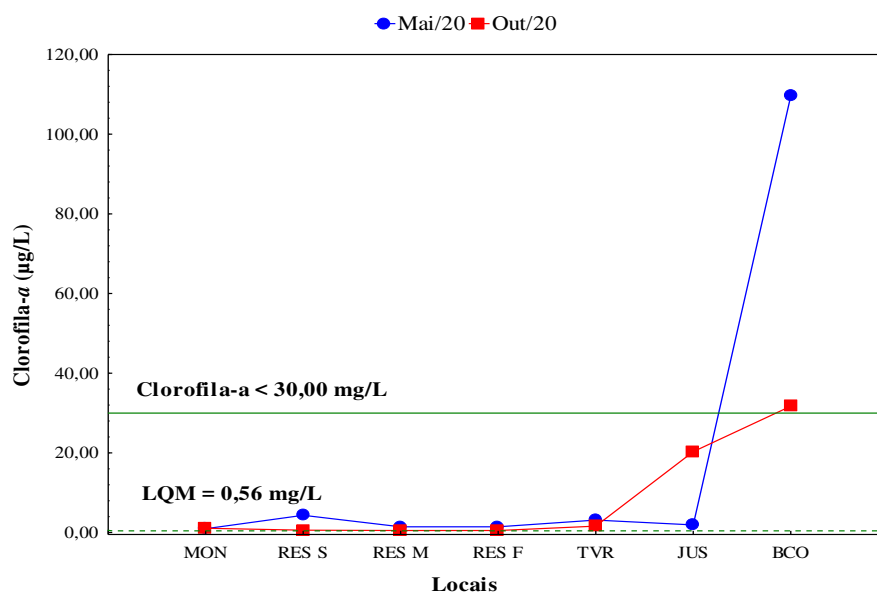


Figura 2.20 – Concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2, a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Material em Suspensão

Nesta seção estão descritos os resultados para o material em suspensão analisado, onde foram considerados os sólidos totais e suas frações: sólidos suspensos e sólidos dissolvidos.

Sólidos Totais

Os valores obtidos para sólidos totais, conforme apresentado na figura 2.21, foram de um máximo de 98,00 mg/L no BCO, em outubro, e um mínimo de 38,50 mg/L no local JUN, no mês de maio, e embora a resolução CONAMA nº 357/05 não estabeleça limites para esse parâmetro, cabe ressaltar que, em saneamento, os sólidos na água (totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após os processos de evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida, durante determinado tempo (Cetesb, 2006).

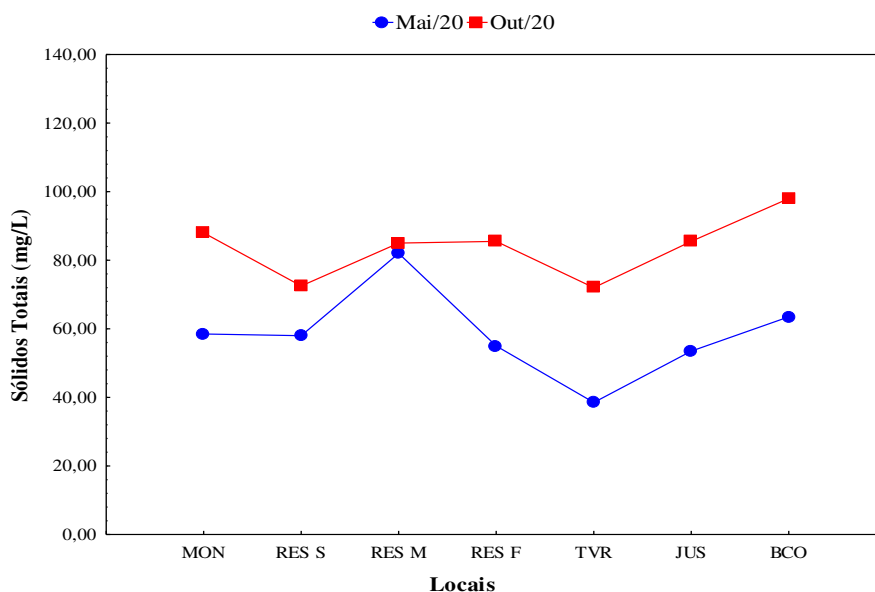


Figura 2.21 – Concentrações de sólidos totais (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Sólidos Suspensos

As concentrações de sólidos suspensos variaram de 13,20 mg/L no local BCO em maio, e <3,40 mg/L (Limite de Quantificação do Método) em pelos menos um dos locais, nos meses analisados (Figura 2.22). Não há referência a limites para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 357/05.

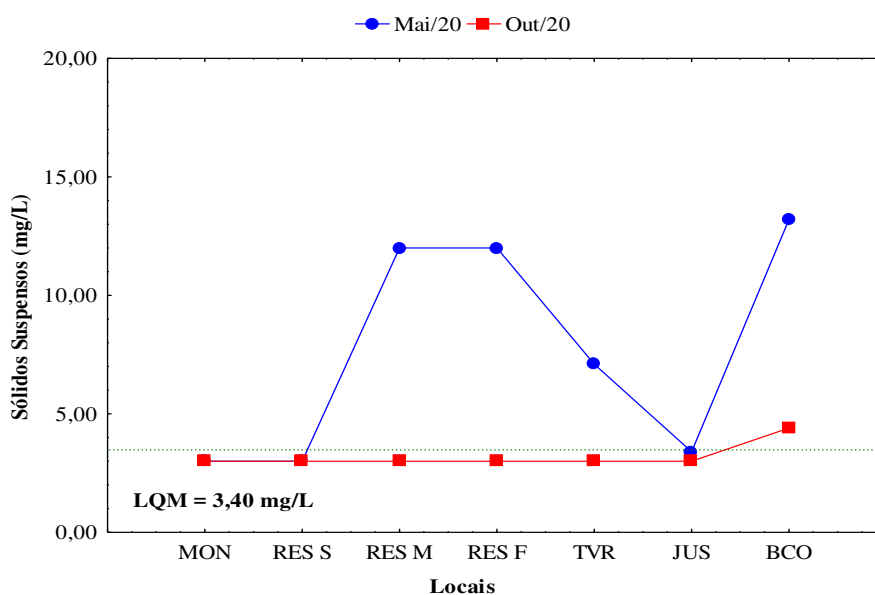


Figura 2.22 – Concentrações de sólidos suspensos (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Sólidos Dissolvidos

Os valores para as concentrações de sólidos dissolvidos nos locais e períodos analisados variaram de um máximo de 81,50 mg/L no BCO, em outubro a um mínimo de 33,75 mg/L no local TVR, no mês de maio, conforme mostra a figura 2.23. O conjunto dos sólidos dissolvidos totais na água é formado por sais como cloretos, bicarbonatos, sulfatos e outros, que podem conferir sabor salino e propriedades laxativas à água (Cetesb, 2006). Os valores observados no presente estudo apresentaram-se em conformidade com o limite determinado pela resolução CONAMA nº 357/05 para águas classe 2 (≤ 500 mg/L).

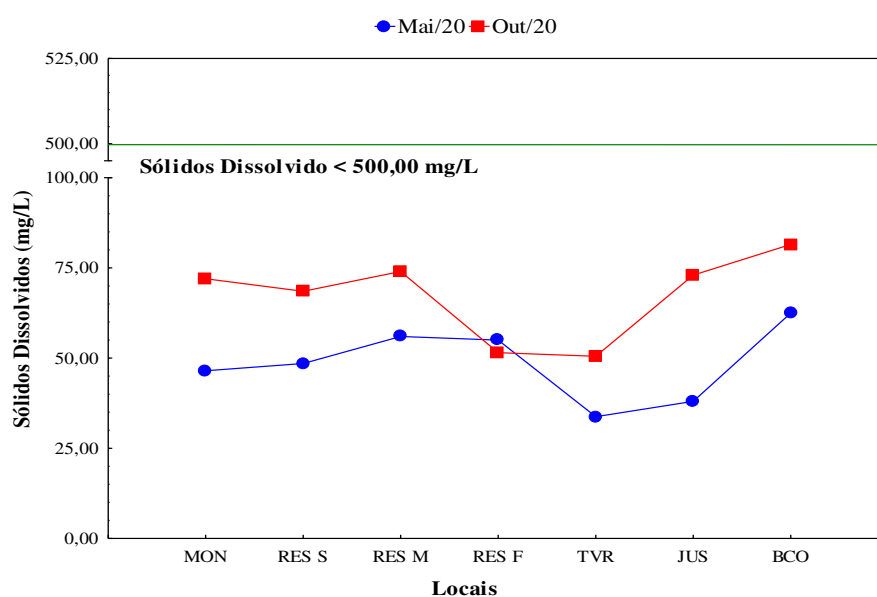


Figura 2.23 – Concentrações de sólidos dissolvidos (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

Dureza Total

A dureza total apresentou o menor valor (34,40 mg/L) no local JUS e maior (58,80 mg/L) no local BCO, ambos em outubro (Figura 2.24). Segundo Cetesb (2006), dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico, sendo que do ponto de vista da potabilidade são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. Quase toda a dureza da água, segundo esse autor, é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos), assim, os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio, tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio, e algumas vezes, alumínio e ferro férrico.

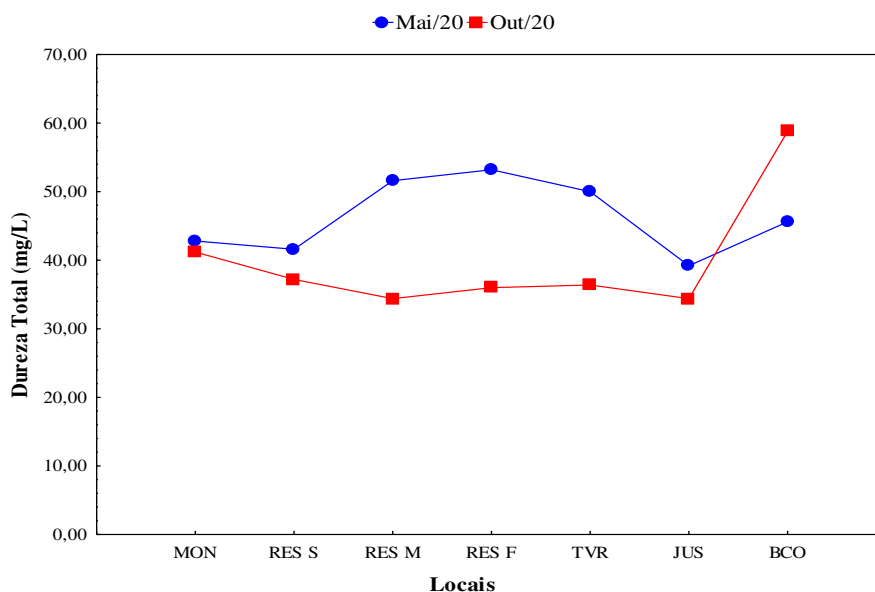


Figura 2.24 – Valores de dureza total (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Cálcio

No período avaliado, a menor concentração de cálcio foi de 7,37 mg/L no local JUN e a maior de 11,66 mg/L no BCO, ambos no mês de outubro (Figura 2.25). O íon cálcio é um dos cátions comumente encontrados em maiores concentrações em sistemas de água doce, sendo oriundo predominantemente de minerais como: gesso, dolomita e carbonato de cálcio em diferentes formas minerais (Cetesb, 2006). Para esse parâmetro, a Resolução CONAMA nº 357/05 não prevê concentrações limites.

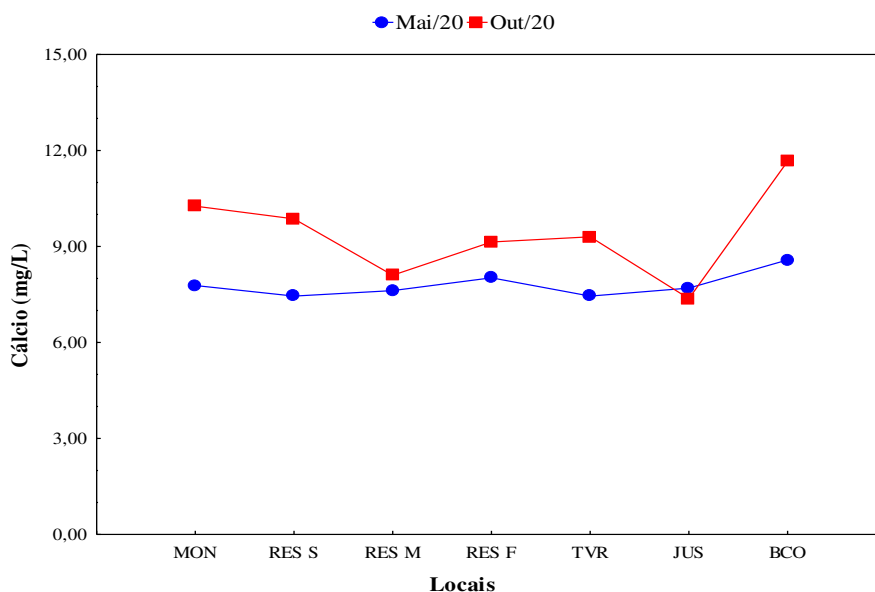


Figura 2.25 – Concentrações de cálcio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, a fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Cloretos

As concentrações de cloretos nas amostras analisadas variaram de 0,70 mg/L na JUS, em outubro, a 2,50 mg/L no local BCO, em maio (Figura 2.26), portanto, apresentaram-se dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/05 para as águas da classe 2, que é de concentrações ≤ 250 mg/L.

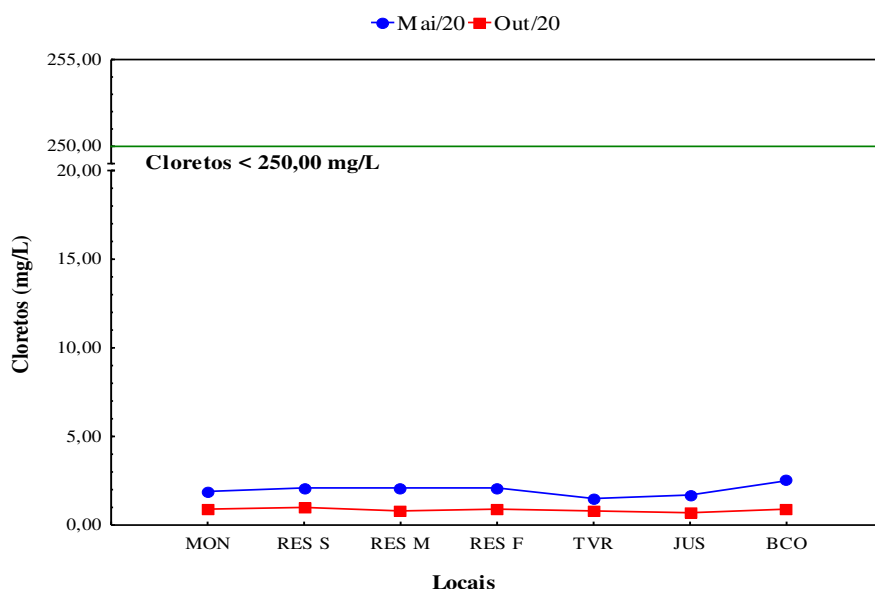


Figura 2.26 – Concentrações de cloretos (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA n° 357/2005 – Classe 2.

Magnésio

No período analisado, a menor concentração de magnésio foi de 3,06 mg/L no local RES S, em outubro, e a maior concentração ocorreu no mês de maio, com valor de 8,07 mg/L no local RES F (Figura 2.27). O magnésio é um dos responsáveis pela dureza da água e quando comparado ao cálcio é mais solúvel e mais difícil de precipitar (Cetesb, 2006). A resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para esta variável.

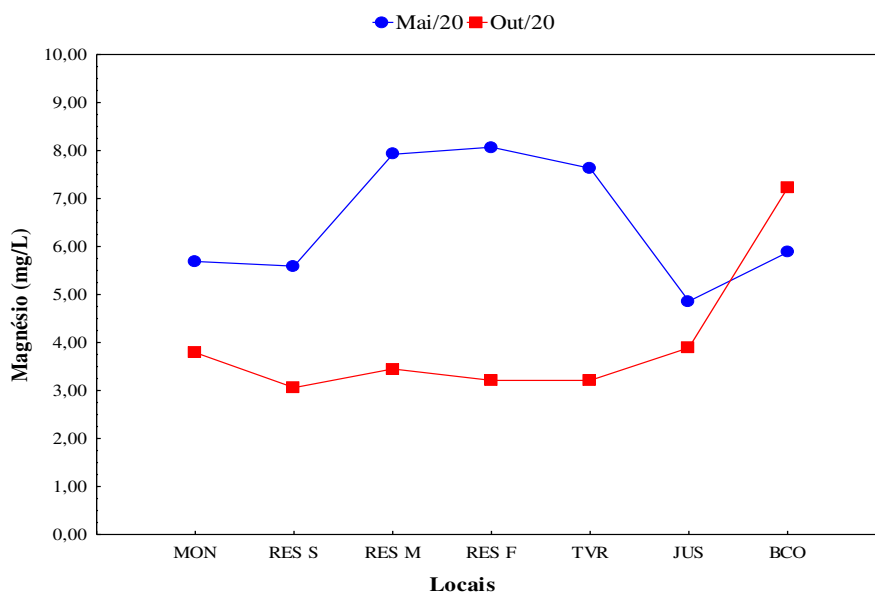


Figura 2.27 – Concentrações de magnésio (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Sulfatos

Em relação aos sulfatos, durante o período amostrado as concentrações foram de não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM = 2.00 mg/L) em todos os locais e meses amostrados. Assim, os valores constatados para esse parâmetro mostraram-se em conformidade com o limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de valores ≤ 250 mg/L.

Fenóis

As concentrações obtidas para os fenóis durante o período de estudo aqui referido foram de 0,0020 mg/L em praticamente todos os locais no mês de outubro (exceção para os locais MON e TVR) a 0,165 mg/L no local RES F no mês de maio (Figura 2.28), assim, para o mês de maio, todos os locais ficaram acima do limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de 0,0030 mg/L em águas da classe 2. É conveniente apontar que esses compostos e seus derivados aparecem nas águas naturais oriundos de descargas de efluentes industriais (Cetesb, 2006), assim, suas concentrações baixas indicam boa qualidade do ambiente aquático.

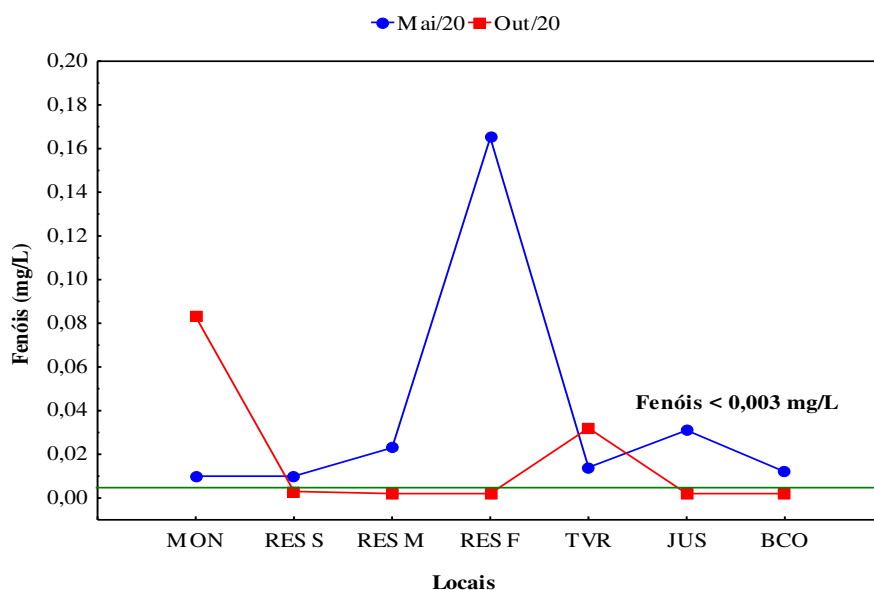


Figura 2.28 – Concentrações de fenóis (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

Óleos e Graxas

Os óleos e graxas foram indetectáveis nas amostras analisadas na área de influência da PCH Cantu 2 durante o período analisado, portanto, a qualidade geral do ambiente aquático mostrou-se boa em relação a esses parâmetros, uma vez que a resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que os mesmos devem ser virtualmente ausentes nas águas da classe 2.

Metais Pesados

Esta seção apresenta os resultados obtidos para os seguintes metais pesados analisados nas amostras de águas superficiais obtidas na área de influência da PCH Cantu 2: cádmio, chumbo, cromo e cobre.

Cádmio

As concentrações verificadas para o Cádmio estiveram abaixo do limite de quantificação do método (LQM = 0,0005 mg/L) em todos os locais e meses amostrados, portanto, abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, que é de 0,001 mg/L em águas da classe 2.

Chumbo

As concentrações de Chumbo registradas estiveram abaixo do limite de quantificação do método (LQM = 0,005 mg/L) em todos os locais e meses amostrados, portanto, abaixo do limite previsto na resolução CONAMA nº 357/05, que é de 0,01 mg/L em águas da classe 2.

Cromo

Os valores obtidos para as concentrações de cromo foram < 0,005 mg/L em todos os locais e meses amostrados, ou seja, também estiveram abaixo do limite de 0,05 mg/L estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05.

Cobre

As concentrações de cobre no período avaliado variaram de <0,015 mg/L a 0,025 mg/L no local JUS em outubro, tendo em vista que o limite de quantificação do método utilizado é de 0,015 mg/L, não é possível determinar se houve violação do limite de 0,009 mg/L determinado pela resolução CONAMA nº 357/05, em todos os pontos. Podemos definir com clareza que todos locais na amostragem de outubro ficaram acima do recomendado (Figura 2.29).

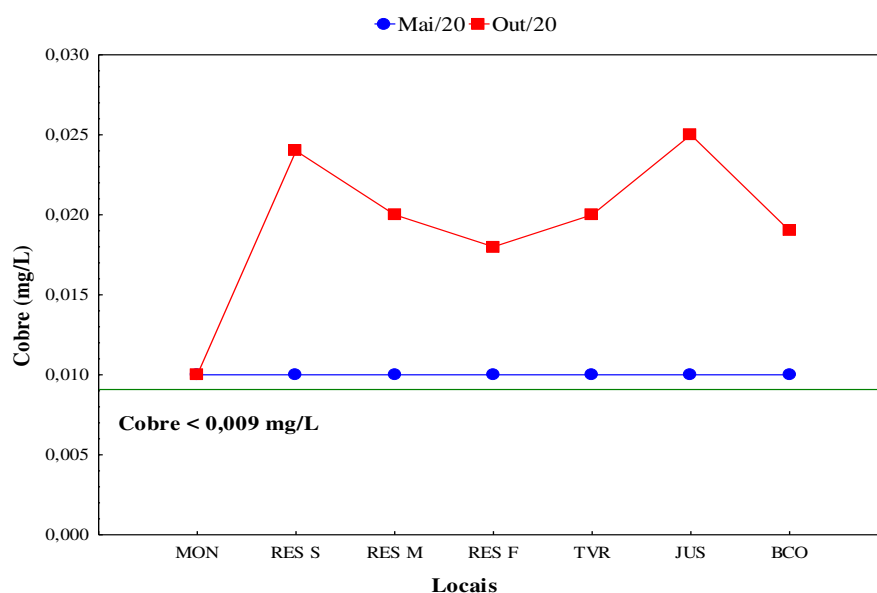


Figura 2.29 – Concentrações de cobre (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

Sílica Solúvel (Reativa)

Os valores de sílica variaram de <0,10 mg/L (Limite de Quantificação do Método) para ao local RES F em outubro a 26,94 mg/L no local BCO, também em outubro (Figura 2.30). Não há referência a limite de concentração para a sílica na resolução CONAMA n° 357/05.

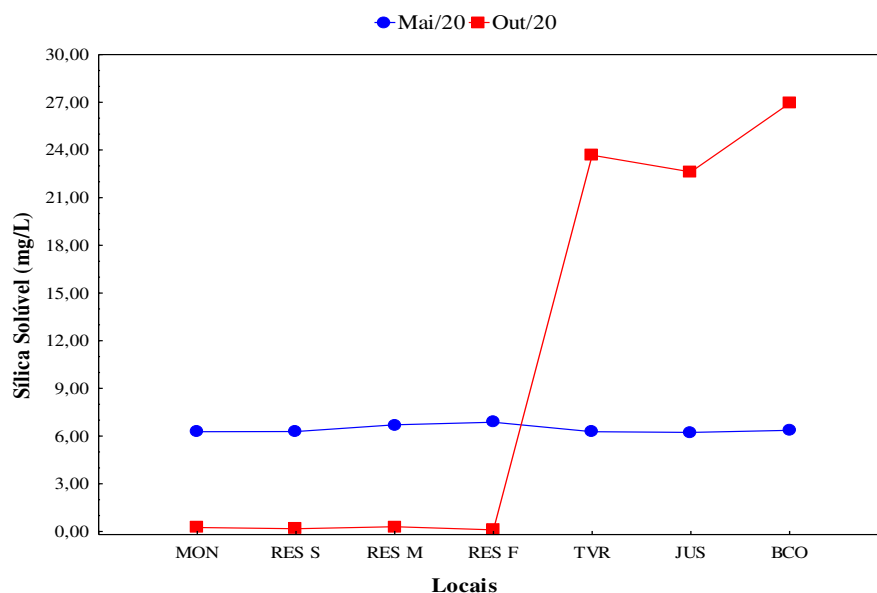


Figura 2.30 – Concentrações de sílica solúvel (mg/L) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Bactérias do Grupo Coliformes

Esta seção apresenta os resultados das análises de bactérias do grupo coliformes nas amostras de águas superficiais coletadas no ano de 2020 na área de influência da PCH Cantu 2.

Coliformes Totais

Os menores valores para as bactérias do grupo coliformes totais foram constatados no mês de maio no local RES (386 NMP/100 ml) e o maior também no local RES (12.997 NMP/100 ml) em outubro (Figura 2.31). Coliformes são bactérias utilizadas para avaliação das condições sanitárias das águas quanto à poluição fecal, visto que estão presentes no trato intestinal de humanos e outros animais homeotérmicos (de sangue quente) e são eliminados em grande número nas fezes (Funasa, 2013).

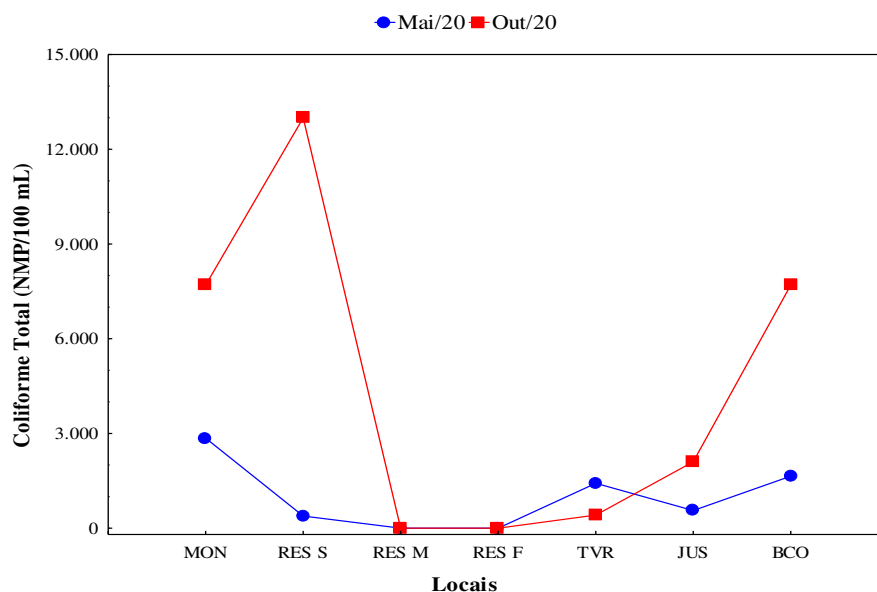


Figura 2.31 – Concentrações de coliformes totais (NMP/100 mL) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Coliformes Fecais ou Termotolerantes (Escherichia coli)

No mês de maio não registro de *E. coli* no local RES, assim como no TVR em outubro, e uma concentração maior de *E. coli* ocorreu no local BCO (185 NMP/100 mL), também em outubro (Figura 2.32). O grupo das bactérias denominadas coliformes é tradicionalmente aceito como indicador de contaminação fecal, principalmente as representantes da espécie *E. coli* (Funasa, 2013). Uma vez que a resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que águas de Classe 2 devem ter no máximo 1.000 NMP/100ml, todos os locais apresentaram-se dentro dos limites da resolução.

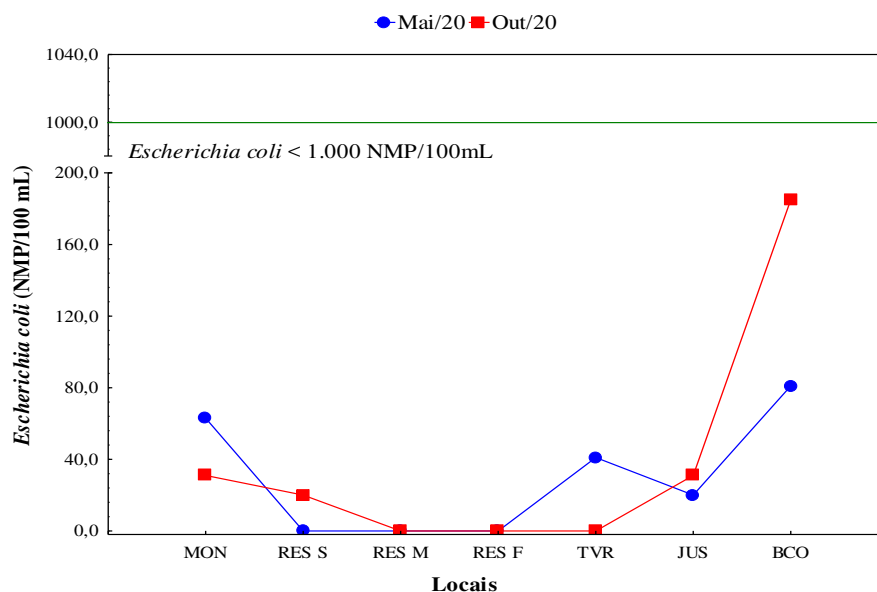


Figura 2.32 – Concentrações de coliformes fecais (*Escherichia coli*) (NMP/100 mL) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 357/2005 – Classe 2.

Índice de Qualidade da Água (IQA)

Os valores de IQA, em geral, apresentaram-se entre 71 e 91 pontos (BCO e RES, em maio, respectivamente) e entre 76 e 91 pontos (BCO e TVR) em outubro caracterizando, então, uma água de boa a ótima qualidade (Tabela 2.7, Figura 2.33). Os parâmetros utilizados para cálculo de IQA refletem principalmente contaminação por lançamento de esgotos (Suderhsa, 1997), deste modo, pode-se inferir que esse tipo de contaminação não foi constatada nos locais amostrados durante o período analisado.

Tabela 2.7 – Parâmetros analisados para a caracterização da qualidade da água nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Parâmetros	Mês/Ano														Resolução CONAMA 357/05
	mai/20							out/20							
	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TRV	JUS	BCO	Classe 2
Alcalinidade (mg/L)	32,13	32	39	41,25	33,75	30,63	39,75	34	28,75	23,13	17,5	23,75	23,75	32,88	Nm
Cádmio (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001
Cálcio (mg/L)	7,78	7,45	7,62	8,02	7,45	7,7	8,58	10,26	9,86	8,1	9,14	9,3	7,37	11,66	Nm
Chumbo (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,01
Cloretos (mg/L)	1,9	2,1	2,1	2,1	1,5	1,7	2,5	0,9	1	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	250,00
Clorofila-a (µg/L)	0,96	4,33	1,44	1,44	3,12	1,92	109,58	1,07	0,59	< 0,56	< 0,56	1,6	20,29	31,72	30,00
Cobre (mg/L)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,024	0,02	0,018	0,02	0,025	0,019	0,009
Coliforme Total (NMP/100 mL)	2851	386	-	-	1423	561	1648	7701	12997	-	-	414	2105	7701	Nm
Condutividade Elétrica (µS/cm)	60,9	74	74,5	78,3	64,1	56,7	73,1	67,3	59,1	54,1	55,8	58	56,3	88,5	Nm
Cromo (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	1,11	1,84	2,3	1,92	1,65	1,27	9,84	< 1,00	2,01	2,16	2,18	2,7	1,19	6,15	5,00
Demanda Química de oxigênio (mg/L)	53,2	43,2	135,2	37,2	31,2	55,2	45,2	46,67	46,67	55	63,33	45	56,67	70,33	Nm
Dureza Total (mg/L)	42,8	41,6	51,6	53,2	50	39,2	45,6	41,2	37,2	34,4	36	36,4	34,4	58,8	Nm
Escherichia coli (NMP/100 mL)	63	< 1,00	-	-	41	20	81	31	20	-	-	< 1,00	31	185	1000
Fenóis (mg/L)	0,01	0,01	0,023	0,165	0,014	0,031	0,012	0,083	0,003	0,002	0,002	0,032	0,002	0,002	0,003
Fósforo Total (mg/L)	0,005	0,014	0,005	0,01	0,014	0,013	0,04	0,035	0,027	0,019	0,032	0,037	0,058	0,049	0,10
Magnésio (mg/L)	5,69	5,59	7,92	8,07	7,63	4,86	5,88	3,79	3,06	3,45	3,21	3,21	3,89	7,22	Nm
Níquel (mg/L)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	Nm
Nitrato (mg/L)	0,30	0,50	1,60	1,90	0,60	0,50	1,80	0,40	0,50	1,00	1,10	0,60	0,60	1,00	10,00
Nitrito (mg/L)	0,004	0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	0,006	0,004	0,006	0,006	< 0,002	< 0,002	0,004	0,005	0,003	1,00
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,044	0,051	0,844	0,865	0,175	0,07	0,27	0,036	0,034	0,015	0,022	0,036	0,058	0,056	3,70
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	0,22	0,14	0,56	0,59	0,17	0,17	0,06	0,31	0,28	0,2	0,64	1,12	0,28	0,71	Nm
Óleos e Graxas (mg/L)	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	Ausentes
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,03	6,7	< 1,56	< 1,56	5,57	5,99	11,5	7,61	8,77	5,54	< 1,56	8,04	6,63	7,7	5,00
pH	7,59	6,89	6,87	6,82	6,87	7,47	8,66	7,49	8,15	7,15	7,07	7,14	6,57	7,86	6,0-9,0
Saturação (%)	77,5	77,7	2,4	2,41	61,5	64,8	128	97,1	110	55	6,9	88,4	79	88	Nm
Sílica Solúvel (mg/L)	6,277	6,287	6,708	6,874	6,277	6,231	6,36	0,245	0,169	0,296	< 0,1	23,673	22,618	26,941	Nm

Parâmetros	Mês/Ano														Resolução CONAMA 357/05 Classe 2
	mai/20							out/20							
	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TRV	JUS	BCO	
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	46,5	48,5	56	55	33,75	38	62,5	72	68,5	74	51,5	50,5	73	81,5	500,00
Sólidos Suspensos (mg/L)	< 3,40	< 3,40	12	12	7,1	< 3,40	13,2	< 3,40	< 3,40	< 3,40	< 3,40	< 3,40	< 3,40	4,4	Nm
Sólidos Totais (mg/L)	58,5	58	82	55	38,5	53,5	63,5	88	72,5	85	85,5	72	85,5	98	Nm
Sulfatos (mg/L)	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	250,00
Temperatura da Água (oC)	20,2	22,7	16,4	15,9	20,8	20,1	21,2	26,5	21	15,1	15,1	23	24,2	22,4	Nm
Temperatura da Ar (oC)	22	24	-	-	24	15	24	32	26	-	-	30	27	25	Nm
Transparência (m)	2,5	2,55	-	-	2,3	2,6	0,4	1,45	3,2	-	-	1	2	1,7	Nm
Turbidez (NTU)	0,93	2,44	11,9	10,5	5,12	4,28	19,8	3,2	4,58	5,9	9,41	1,91	5,5	12,2	100,00
IQA	82	91	-	-	78	82	71	85	84	-	-	91	81	76	Nm
IQAR	-	2,78	-	-	-	-	-	-	2,14	-	-	-	-	-	Nm
IET	42	59	-	-	54	47	72	65	52	-	-	53	55	67	Nm

ND – não detectado; Nm = não mencionado; valores destacados em vermelho não atendem à resolução CONAMA nº 357/05 para corpos de água da Classe 2.

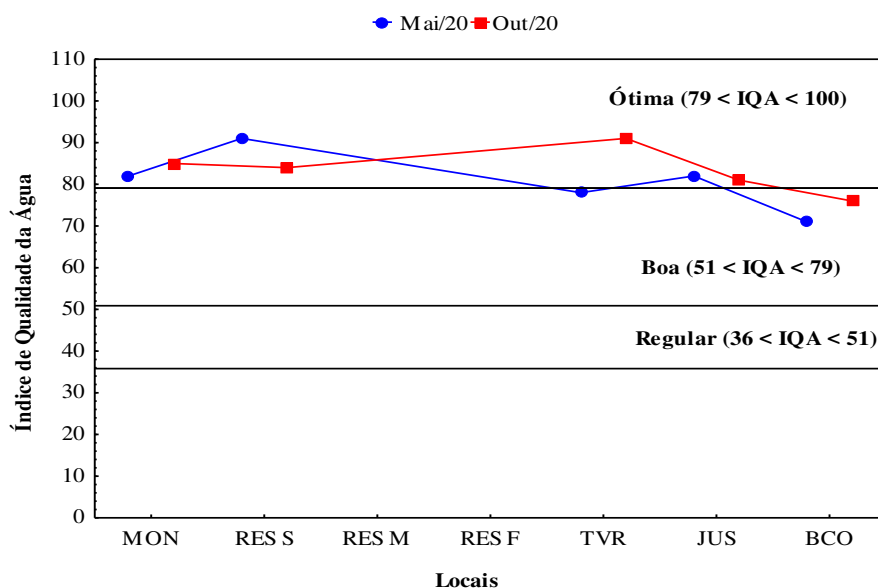


Figura 2.33 – Valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2. As linhas representam a classificação quanto ao índice.

Índice de Estado Trófico (IET)

A análise do grau de trofia para os locais e meses abordados mostrou que houve variação nos graus de trofia entre os meses e os locais (Figura 2.34). No mês de maio o local MON apresentou um ambiente ultraoligotrófico, enquanto BCO (hipereutrófico). Em outubro, a variação foi de mesotrófico (RES, TVR e JUN) a hipereutrófico (BCO). Estas variações nos graus de trofia podem estar relacionadas ao uso do ambiente por atividades antrópicas, como a agricultura, pecuária, ou até mesmo lazer por populares da região.

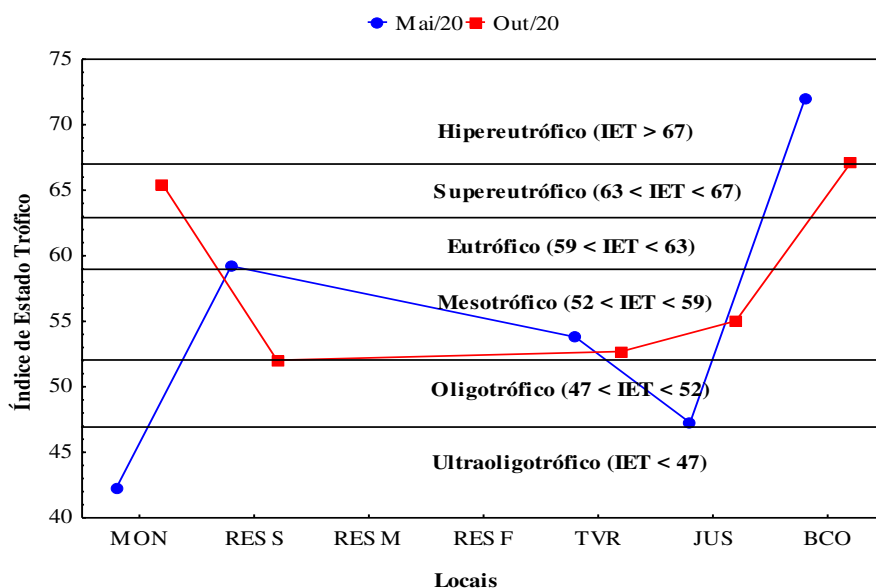


Figura 2.34 – Valores do Índice de Estado Trófico (IET) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

IQAR

Os valores de IQAR no local reservatório foram de 2,14 em outubro e 2,78 em maio, classificando o corpo d’água em Classe 2 (pouco degradado) e Classe 3 (moderadamente degradado), respectivamente. Esta pequena variação indica o mínimo impacto que vem sofrendo o meio no decorrer do tempo.

Análise de Componentes Principais (PCA)

Análise de Componentes Principais (PCA), busca verificar correlação entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos nos locais e meses analisados, e mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 58,6% da variabilidade dos dados (Figura 2.35), sendo que o eixo 1 apresentou diferença significativa em relação aos dados, principalmente pelo local BCO no mês de maio e RES em outubro. O primeiro eixo (PCA1), com autovalor 8,78, explicou 35,1% dessa variabilidade, e os fatores que mais contribuíram para a distribuição dos pontos nos eixos foram principalmente a alcalinidade, clorofila-*a*, coliformes fecais, condutividade elétrica, DBO, nitrato, oxigênio dissolvido, pH e turbidez que apresentaram valores negativos em relação ao eixo 1 e consolidaram a diferença quanto ao BCO, e demais locais no mês de maio. Em relação ao mês de outubro mostrando diferenças significativas entre os locais, principalmente para o local RES, sendo os parâmetros: cálcio, coliformes

totais, DQO, fósforo total, sólidos dissolvidos, temperatura do ar, temperatura da água e nitrogênio Kjeldhal total, foram os que mais influenciaram para este gradiente, no eixo 2.

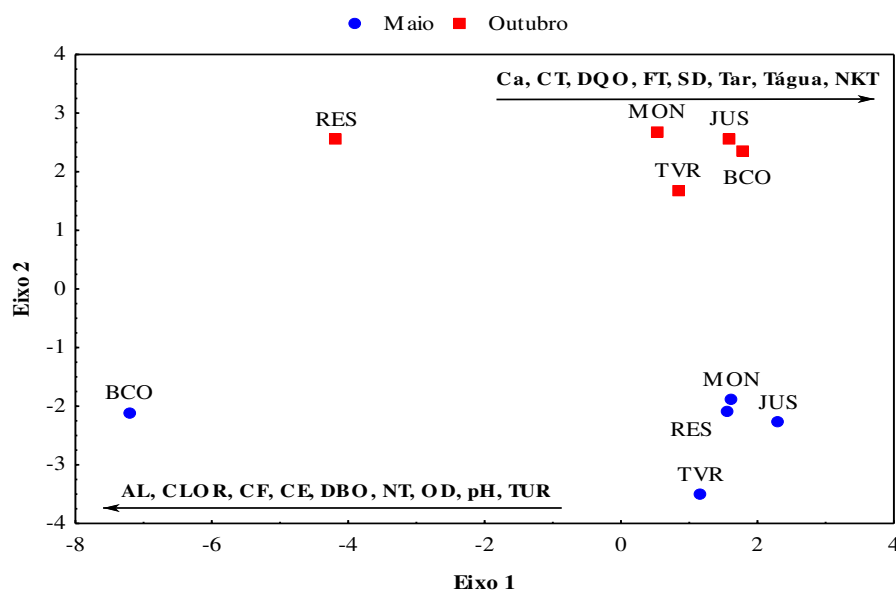


Figura 2.35 – Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada aos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 (AL=alcalinidade, CLOR=clorofila-*a*, CF=coliformes fecais, CE= condutividade elétrica, DBO= demanda bioquímica de oxigênio, NT= nitrato, OD= oxigênio dissolvido, pH=potencial hidrogênico, TUR=turbidez, Ca= cálcio, DQO=demanda química de oxigênio, FT=fósforo total, SD=sólidos totais, Tar=temperatura do ar, Tágua= temperatura da água, NKT=nitrogênio Kjeldahl total).

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros analisados nos locais e meses do presente estudo permitem classificar a água na classe 2 e de forma geral como mesotróficos os ambientes aquáticos na área de influência da PCH Cantu 2, ou seja, apresentam boa qualidade da água, com nível de degradação mediano. Estas condições diferem do encontrado desde a formação do reservatório da PCH Cantu 2, que vinha sendo classificado como ultraoligotrófico até então. O incremento no aporte de nutrientes orgânicos e inorgânicos, levam a um aumento na depleção de oxigênio e elevação nos valores de clorofila-*a* decorrentes do aumento da produtividade no corpo de água, que faz com que o estado trófico do ambiente passe por alterações. Contudo, a qualidade da água da área de influência da PCH Cantu 2 ficou classificada como classe 2 segundo a resolução CONAMA nº 357/05.

Em razão das características observadas nessa área e de que essa PCH opera a fio de água, com pequeno tempo de residência da água, a possibilidade de ocorrer eutrofização do reservatório é bastante baixa, pois segundo Nogueira et al. (2005), reservatórios que operam

dessa forma e com tempo de residência inferior a 5 dias exportam todo o nutriente que chega, resultando em pequeno acúmulo de nutrientes a longo prazo. Diante disso, as águas do reservatório poderão ter os seguintes usos: i) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; ii) proteção das comunidades aquáticas; iii) recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a resolução CONAMA nº 274/2000; iv) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e v) aquicultura e atividades de pesca.

Os valores dos parâmetros que não estão em concordância com a Resolução CONAMA nº 357/05, para corpos de água da classe 2, como ocorreu para clorofila-a, DBO e fenóis (BCO), possivelmente decorrem de atividades desenvolvidas no entorno, como agricultura e pecuária. Nesse sentido sugere-se que sejam tomadas ações junto ao órgão ambiental e à comunidade, conjuntamente com o monitoramento, no sentido de reduzir estas emissões, tendo em vista que elevados valores desses parâmetros podem ser prejudiciais ao desenvolvimento das comunidades aquáticas. Outras violações a resolução também ocorreram no decorrer do estudo, mas acreditamos que isto ocorreu de forma pontual, não havendo prejuízos ambientais aos locais.

2.5 REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association 2017. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. Washinngton. 23th. ed.

Blaxter, D. M. Environmental effects of dams and impoundments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, v. 8, p. 255-83. 1977.

Capobianco, J.P.R. 2007. Importância da água: Ética no uso da água. Disponível em <<http://www.mundovestibular.com.br/articles/569/1/>>Importancia-Da-Agua/Paacutegina1.html. Acesso em 05 de janeiro de 2009.

Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 361-369.

Carmouze, J.P. 1994. O metabolismo dos ambientes aquáticos. São Paulo. Fapesp.

Cetesb. Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. 2003. Qualidade de águas interiores do estado de São Paulo. CETESB, São Paulo. 271p. Série relatórios.

Cetesb. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2006. Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. CETESB, São Paulo. Relatórios.

- Conama. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Resolução nº 357. 17 de março de 2005.
- Esteves, F.A. 2011. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro: Editora Abril, 575 p.
- Fiorucci, A.R., Filho, E.B. 2005. A importância do Oxigênio Dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, v. 22, p. 10-16.
- Funasa. Fundação Nacional de Saúde. 2013. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília: FUNASA, 150 p.
- Hanzen, H.P., Abel, R. 1999. Determination of nutrients. *In: Grasshoff, K., Almgreen, T. (eds). Methods of seawater analysis. Weinheim, Verlag Chemie. p. 159-228.*
- IAP. Instituto Ambiental do Paraná. 2004. Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do estado do Paraná: no período de 1999 a 2004. Curitiba. 74 p.
- Jackson, D.A. 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, v. 74, p. 2204-2214.
- Lamparelli, M.C. 2004. Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento. 238 p. Tese (Doutorado)- Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M., Bonecker, C.C. 1999. Estrutura da comunidade zooplânctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá (GO). *In Henry, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio, Fapesp. p. 347-374.*
- Mackereth, F.J.H.; Heron, J.; Talling J.F. 1978. Water analysis: some methods for limnologists. Freshwater Biological Association Scientific Publications.
- McCune, B.; Grace, J.B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MJM Publishers.
- McCune, B.; Mefford, M.J. 1999. Multivariate analysis of ecological data. version 4, Glenden Beach-Oregon: MjM Software Design.
- Nogueira, M.G., Jorcin, A., Vianna, N.C., Britto, Y.C. 2005. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) - um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). *In: Nogueira, M.G., Henry, R., Jorcin, A. (eds). Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos, Rima, p. 83-125.*
- Silva, A.E.P.; Angelis C.F.; Machado, L.A.T.; Waichaman, A.V. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazônica*, v. 38, p. 733-742.
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2. ed. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada. 310 p.
- Sudharsa. 1997. Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná - 1987-1995. Curitiba.

Thomaz, S.M.; Roberto, M.C., Bini, L.M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. pp. 73-102. *In*: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (eds.). A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, EDUEM, Maringá.

Tundisi, J. G., Matsumura-Tundisi, T., Rocha, O. 1999. Águas Doces no Brasil - capital ecológico, uso e conservação. São Paulo, SP. Escrituras.

Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T. 2008. Limnologia. São Paulo: Oficina de textos. 631 p.

Vanotte, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R.; Cushing, C.E. 1980. The river commun concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 37. p. 130-137.

Wetzel, R.G. 2001. *Limnology*- 3th edition. Phyladelphia: W.B. Saunders. 743 p.

Yabe M. J. S., Gimenez, S. M. N. 2002. Caracterização físico-química da água da bacia do rio Tibagi. *In*: Medri, M. E.; Bianchini, E.; Shibata, O.A.; Pimenta, J.A. (Eds.). A bacia do rio Tibagi. Londrina, PR. p. 355-372.

QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2

*Cleodimar Fernandes
Adriana da Silva Tronco Johann
Gilmar Baumgartner*

3.1 INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas, na maioria das vezes exploradas por meio de poços, geralmente são menos contaminadas por fatores biológicos e químicos que os mananciais superficiais, pois não ficam expostas aos diversos agentes poluentes (Eckhardt et al., 2008). Porém, a diversificada utilização das águas subterrâneas é crescente e, com isso, aumenta a importância da qualidade dessas águas (Costa et al., 2012).

São muitos os ecossistemas que estão ameaçados pela sobre-exploração das águas subterrâneas, pela poluição tóxica e difusa que as afeta e pelos impactos diretos e indiretos das alterações climáticas na disponibilidade hídrica (Ribeiro, 2009). As ações antropogênicas têm reflexos negativos na saúde dos ecossistemas e nos serviços por eles prestados, como é o caso particular dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas, entendidos aqui como aqueles que necessitam parcial ou totalmente dessas águas para manter os processos ecológicos, garantindo a sua própria biodiversidade (Ribeiro, 2009). O grau de dependência dos ecossistemas em relação à água subterrânea deve ser avaliado com base em diversos atributos hidrogeológicos, quais sejam, o caudal de escoamento subterrâneo, o nível piezométrico e os descritores hidroquímicos (Ribeiro, 2009). Desta forma, neste capítulo será caracterizada a qualidade da água subterrânea na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

As águas subterrâneas foram coletadas nos meses maio e outubro de 2020, nos três poços descritos no capítulo 1 (P01, P03 e P04), localizados no entorno do reservatório da PCH Cantu 2, onde foram analisados os parâmetros descritos na tabela 3.1. Neste ano não foram realizadas amostragens no P02 (canteiro da PCH Cantu 2), pois o mesmo foi desativado pelo empreendedor.

Tabela 3.1 - Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas na água subterrânea, na área de influência da PCH Cantu 2.

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
Alcalinidade total, Hidróxido e Bicarbonatos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gran SMEWW - 23° ed. 2017. Method 2320 B	pHmetro	APHA (2017)
Cálcio	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico EDTA SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 3500-Ca-B	Microbureta	APHA (2017)
Cloretos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico – Nitrato de Mercúrio SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-Cl ⁻ -C	Microbureta	APHA (2017)
Coliformes totais e fecais	NMP/100mL	Frasco	Refrigerado	Teste de coliforme de substrato enzimático SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 9223-B	Lâmpada UV	APHA (2017)
Condutividade elétrica	µS/cm	<i>in loco</i>	Refrigerado	Potenciométrico SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2510 B	Condutivímetro/Sonda	APHA (2017)
DBO	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico – Teste de DBO de 5 dias SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 5210-B	Incubadora DBO	APHA (2017)
DQO	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico – Refluxo Fechado SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 5220-D	Digestor de DQO e Espectrofotômetro	APHA (2017)
Dureza	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico EDTA SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 2340-C	Microbureta	APHA (2017)
Ferro total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico FerroVer Method 8008 - Hach	Espectrofotômetro HACH	HACH/APHA (2017)
Fósforo total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida) SMEWW - 23° ed. 2017. Método: 4500-P B, E	Espectrofotômetro	MACKRETH <i>et al.</i> (1978), APHA (2017)
Magnésio	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Método de Cálculo SMEWW - 23° ed. 2017. Método 3500 B - Mg	-	APHA (2017)
Manganês	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Absorção atômica Espectrometria de emissão de	ICP	APHA (2017)

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
				plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 23ª ed, Método 3030 F		
Nitrato	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico SMEWW - 23º ed. 2017. Método 8039	Espectrofotômetro HACH	HACH/ APHA (2017)
Ortofosfato	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida) SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 4500-P-E	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	mg/L	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico – Eletrodo de Membrana SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 4500-O-G	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	% de Sat.	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico – Eletrodo de Membrana SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 4500-O-G	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
pH	-	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 4500 H ⁺	pHmetro/Sonda	APHA (2017)
Sólidos totais e Sólidos totais dissolvidos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gravimétrico SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 2540-B e C	Estufa	APHA (2017)
Temperatura da água	°C	<i>in loco</i>	-	Método de Laboratório e Campo SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 2550-B	Oxímetro/Sonda multiparamétrica	APHA (2017)
Temperatura do ar	°C	<i>in loco</i>	-	SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 2550-B	Termômetro de bulbo	ESTEVES (1998)
Turbidez	NTUs	<i>in loco</i>	-	Nefelométrico SMEWW - 23º ed. 2017. Método: 2130 A, B	Turbidímetro	APHA (2017)

Os padrões de qualidade de água subterrânea foram estabelecidos conforme a Portaria de Consolidação nº 5 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA nº 396 de 3 de abril de 2008, considerando como uso preponderante o consumo humano.

Para verificar as diferenças na qualidade da água subterrânea entre os poços e meses de amostragem, as variáveis físicas e químicas foram sumarizadas através da análise de componentes principais (PCA), sendo retidos para posterior análise os componentes que apresentaram autovalores maiores que 1,0 (critério de Kaiser-Guttman) (Jackson, 1993). Os procedimentos para realização e interpretação dos resultados seguem as recomendações de McCune & Grace (2002), sendo utilizado o software Pc-Ord 4.0® (McCune & Mefford, 1999).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos para os parâmetros ambientais analisados nos meses de maio e outubro de 2020 nas águas subterrâneas coletadas na área de influência da PCH Cantu 2.

Temperatura do Ar

A temperatura do ar oscilou de 20,0°C (P04 em maio) a 32,0°C no P01 em outubro (Figura 3.1).

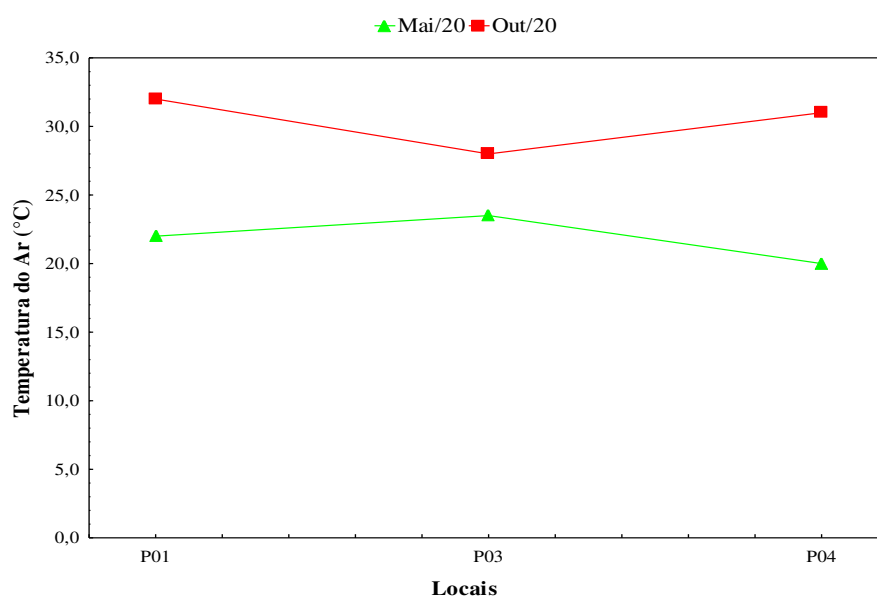


Figura 3.1 – Variação da temperatura do ar (°C) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Temperatura da Água

A temperatura da água apresentou menores valores no mês de maio (20,1°C), no P03 e maior (27,2°C), no P01 em outubro (Figura 3.2). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que estabelecem as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, não apresentam valores de referência para esse parâmetro.

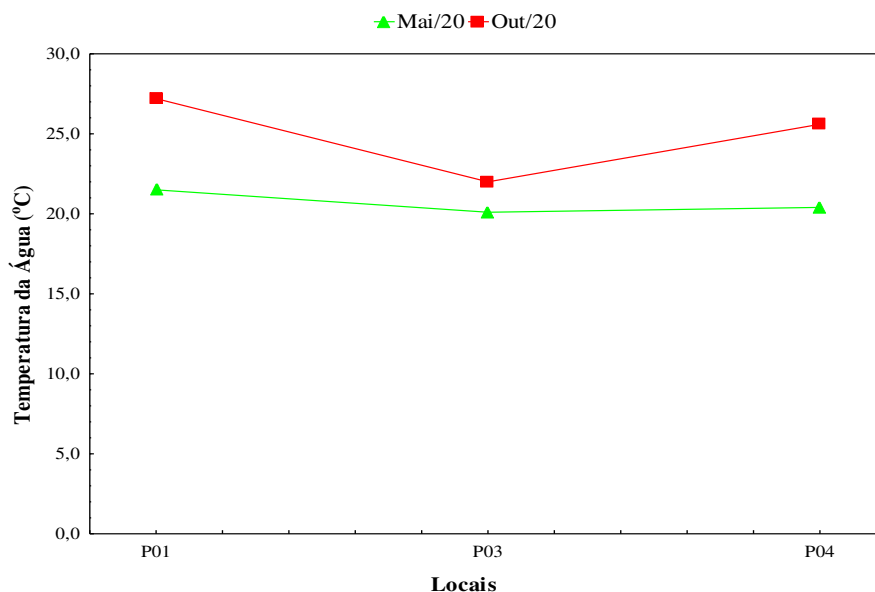


Figura 3.2 – Variação da temperatura da água (°C) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Oxigênio Dissolvido

Em relação ao oxigênio dissolvido nas águas subterrâneas, o menor registro ocorreu no P03 (6,27 mg/L), em maio, e o maior no P01 (11,85 mg/L), em outubro (Figura 3.3). Esse parâmetro também não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

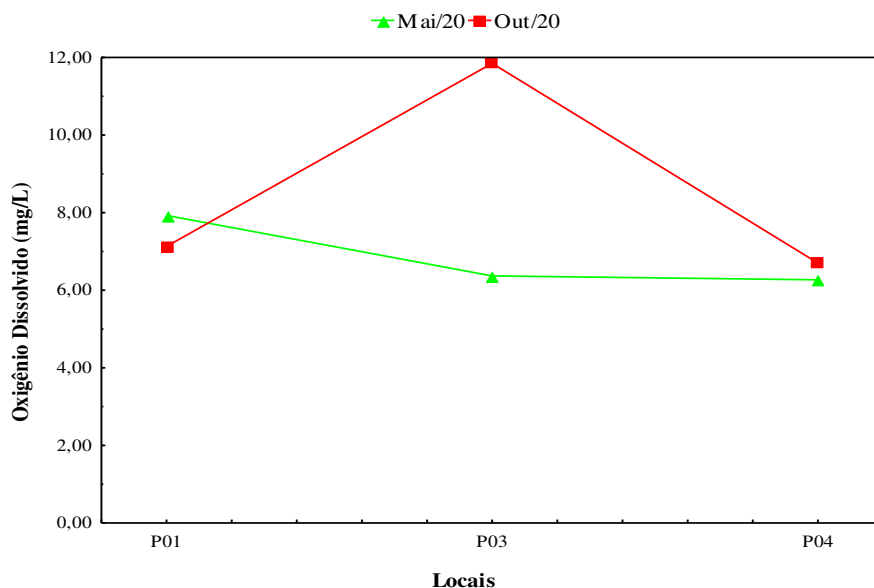


Figura 3.3 – Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Quanto à saturação de oxigênio nas águas subterrâneas analisadas (Figura 3.4), o menor valor registrado foi de 70,00% no P03, em maio e o maior valor foi de 97,30% no P03, em outubro. A resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde não estabelecem limite para esse parâmetro.

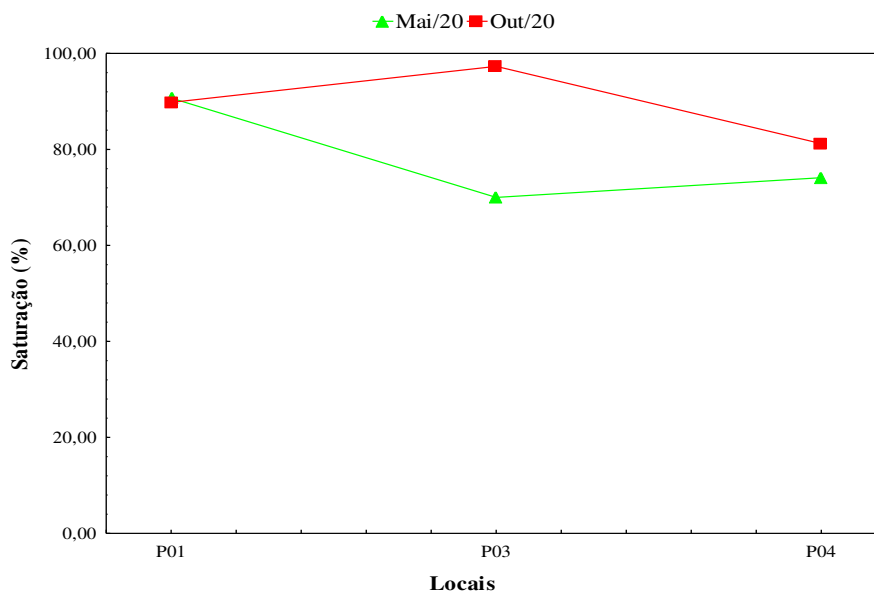


Figura 3.4 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido (%) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica apresentou menor e maior valor no mês de maio (183,80 e 1.286 $\mu\text{S}/\text{cm}$), nos locais P03 e P04, respectivamente (Figura 3.5). Os valores desse parâmetro mostraram-se mais elevados que os registrados para as águas superficiais, condição que pode estar relacionada ao contato direto dessas águas com as rochas, elevando suas concentrações de sais e íons. Não há limite determinado para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

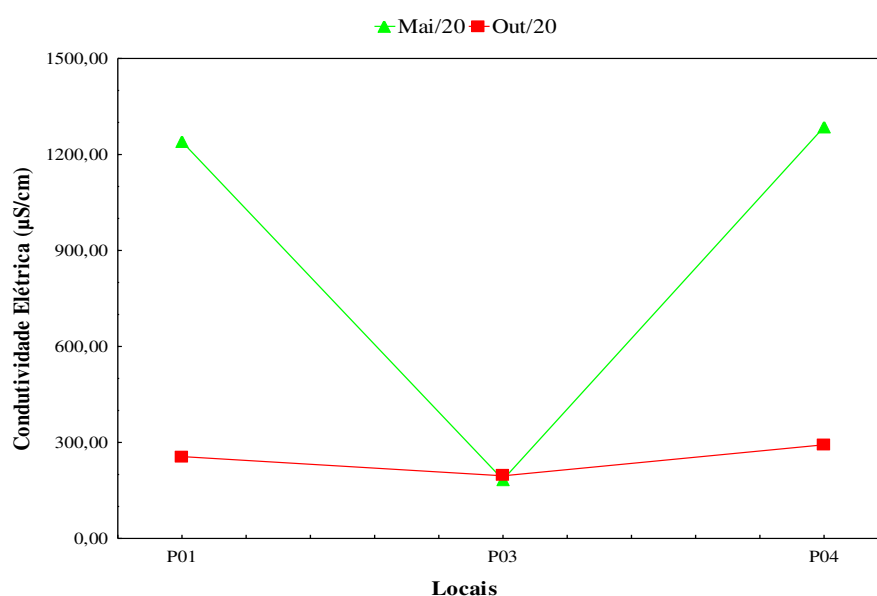


Figura 3.5 – Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

pH

O menor valor de pH foi verificado no mês de outubro, com 6,79 no P04 e o maior P01 com 8,57 em maio (Figura 3.6). A resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelecem que nas águas para consumo humano os valores de pH devem estar entre 6,00 a 9,50, portanto todos os valores estão dentro do limite.

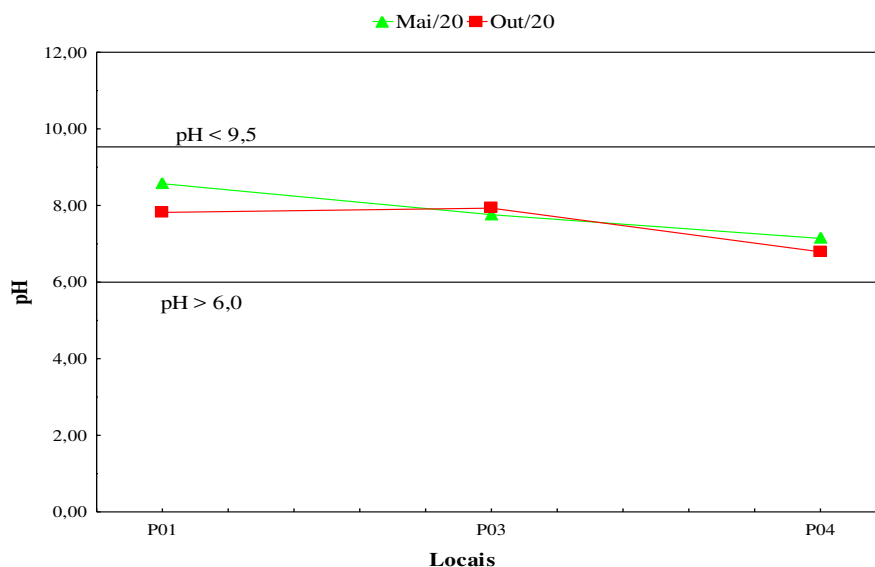


Figura 3.6 – Valores de pH nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. As linhas pretas representam os limites da Resolução CONAMA 396/2008 e Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – Classe 2

Turbidez

A turbidez apresentou valores que não atingiram o limite de quantificação do método (LQM = 0,62 NTU), exceção para o P04 (1,02 NTU) no mês de outubro (Figura 3.7). O parâmetro turbidez não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/2008, mas a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS determina que para a turbidez os valores devem ser $\leq 5,0$ NTU, portanto, os valores registrados foram inferiores a este limite.

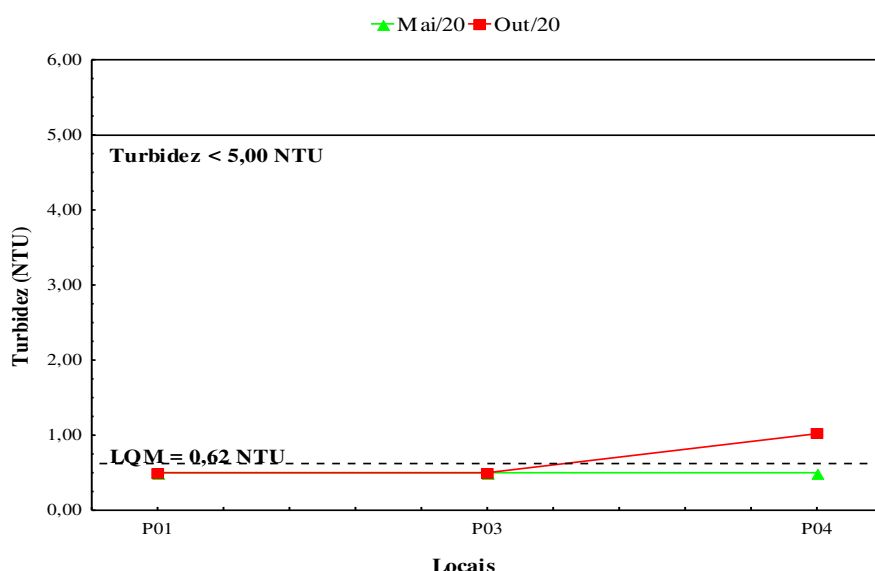


Figura 3.7 – Valores de turbidez (NTU) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – Classe 2. A linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Alcalinidade Total

Quanto à alcalinidade total, o menor valor foi registrado no mês de outubro (P01 = 50,06 mg/L) e o maior no mês de maio (P04=112,88 mg/L) (Figura 3.8). Também para esse parâmetro não há limite previsto na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

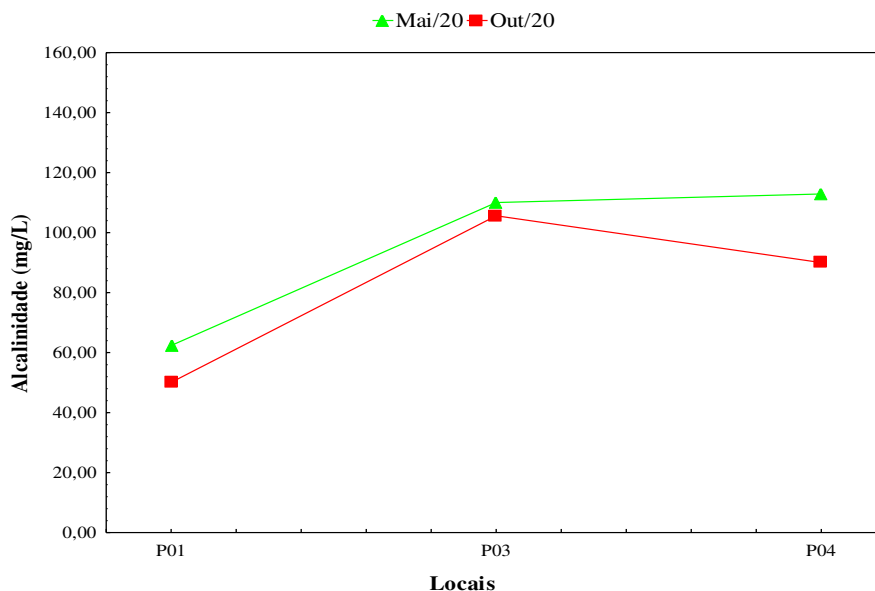


Figura 3.8 – Valores de alcalinidade total (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Fósforo Total

Os valores de fósforo total, apresentados na figura 3.9, foram registrados entre 0,028 mg/L no P04, em maio, e 0,136 mg/L no P03, em outubro. Esse também é um parâmetro sem limite estipulado na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

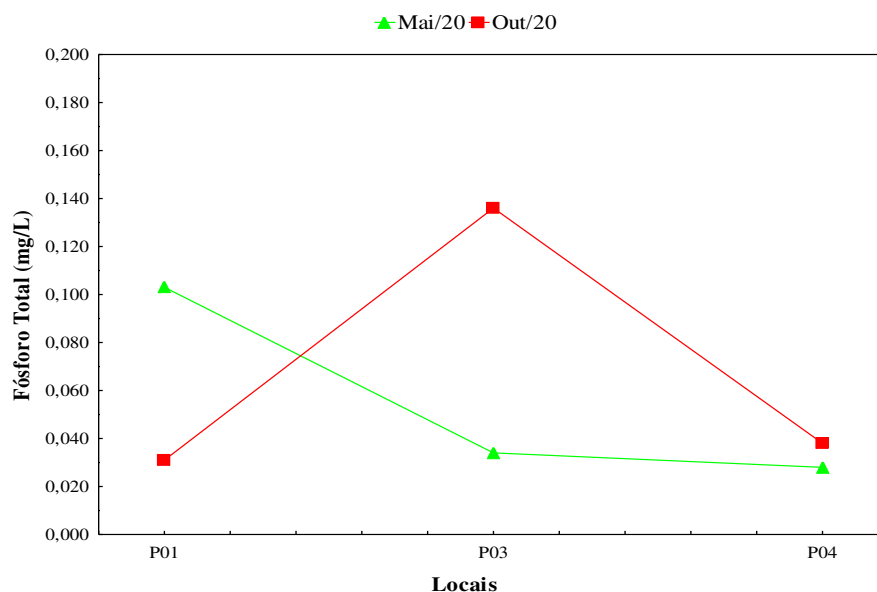


Figura 3.9 – Concentrações de fósforo total (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Ortofosfato

O ortofosfato apresentou menores concentrações no mês de outubro, com valor de 0,017 mg/L no P01 e maiores concentrações em maio, 0,10 mg/L no P03 (Figura 3.10). Não há limite estabelecido para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

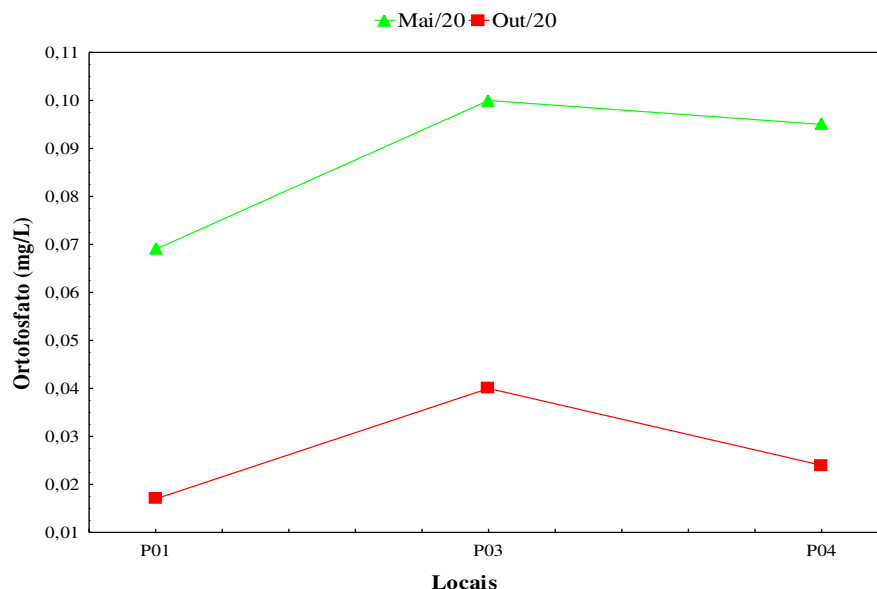


Figura 3.10 – Concentrações de ortofosfato (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Nitrato

As concentrações de nitrato nos poços variaram entre não detectáveis ao limite de quantificação do método (LQM = 0,30 mg/L) em P01 e P03 em maio e 3,50 mg/L no P04 em outubro (Figura 3.11). A resolução CONAMA n° 396/08 e a Portaria de Consolidação n° 5/2017 do Ministério da Saúde estabelecem valor de nitrato até 10,00 mg/L em águas para consumo humano, portanto, a qualidade da água nos poços mostrou-se adequada quanto a esse parâmetro nos meses analisados.

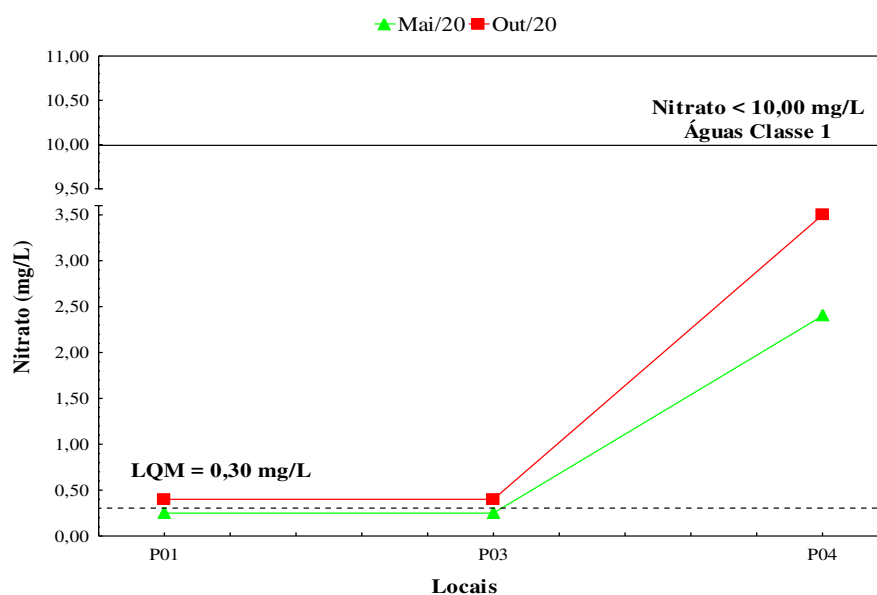


Figura 3.11 – Concentrações de nitrato (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação n° 5/2017 do Ministério da Saúde – Classe 2; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO variou de <1,0 mg/L, P01 em maio, a 1,97 mg/L também no P01, porém em outubro (Figura 3.12). Não há limite estabelecido para esse parâmetro na resolução CONAMA n° 396/08 e na Portaria de Consolidação n° 5/2017 do Ministério da Saúde.

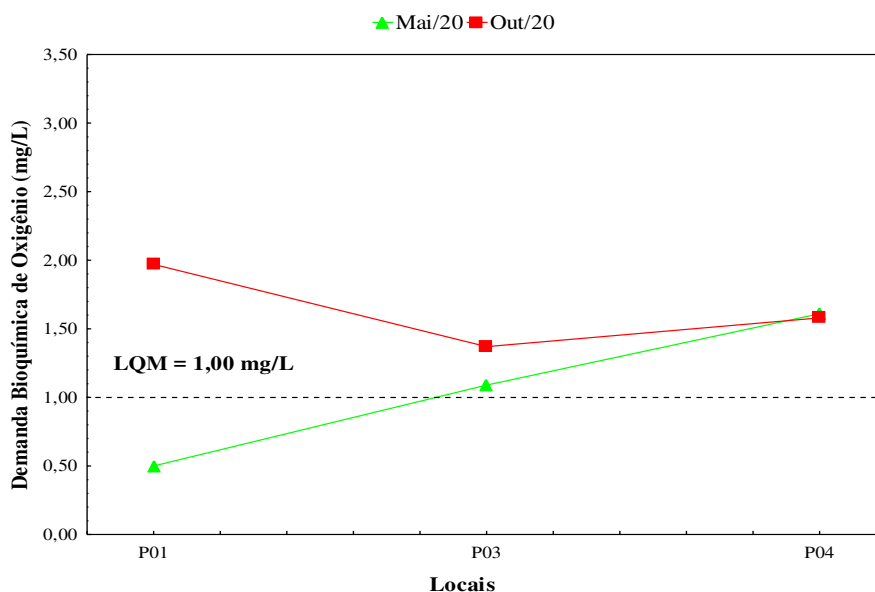


Figura 3.12 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Demanda Química de Oxigênio

O menor valor de DQO foi registrado no P04 em outubro (32,33 mg/L), e o maior valor foi registrado no P01 em maio (87,20 mg/L) (Figura 3.13). Esse também é um parâmetro não referenciado na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

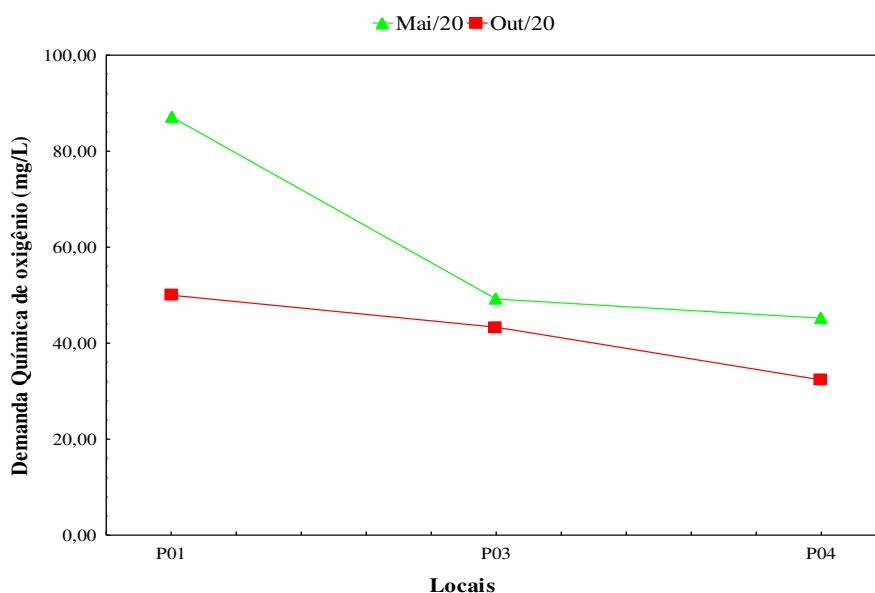


Figura 3.13 – Valores da demanda química de oxigênio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Material em Suspensão

Nesta seção estão descritos os resultados para o material em suspensão nas amostras obtidas, tendo sido analisados os sólidos dissolvidos.

Sólidos Dissolvidos

As concentrações de sólidos dissolvidos nas amostras analisadas variaram de 162,50 mg/L no P03, em maio, a 205,50 mg/L no P04, em outubro, conforme apresentado na figura 3.14, portanto, estiveram bem inferiores ao limite de 1.000 mg/L estabelecido para águas da classe 1 na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, indicando adequação da qualidade da água quanto a esse parâmetro.

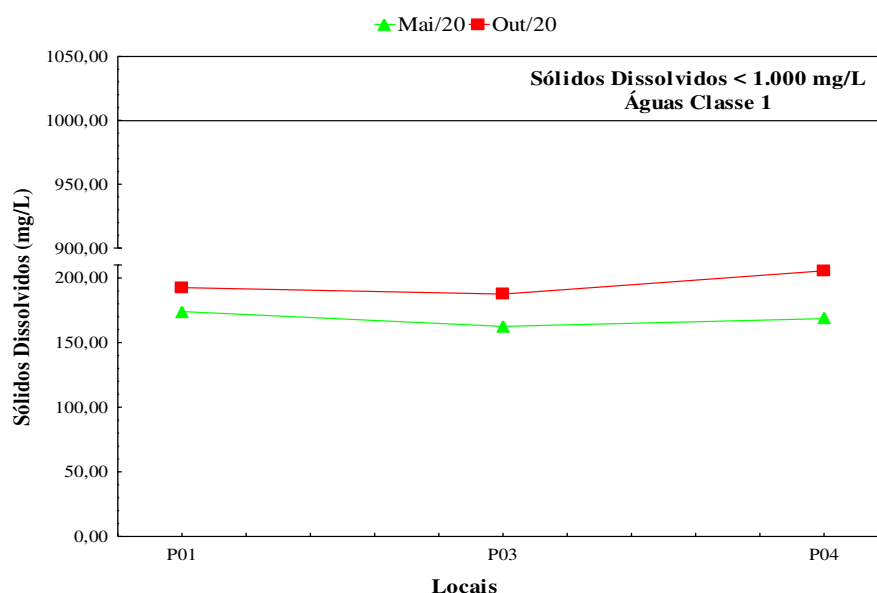


Figura 3.14 – Concentrações de sólidos dissolvidos (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Dureza Total

Os valores de dureza total oscilaram de 39,60 mg/L no P01 em outubro a 145,00 mg/L no P04, em maio (Figura 3.15). Esse é um parâmetro sem limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde. A dureza total da água, que pode ser calculada somando-se as concentrações de íons cálcio e magnésio, expressos como carbonato de cálcio, é composta de duas partes: a dureza temporária, resultante da presença de carbonatos e bicarbonatos, que podem ser eliminados por meio de fervura da água, e a dureza permanente, devida a cloretos, nitratos e sulfatos, que não são susceptíveis à evaporação (Funasa, 2013).

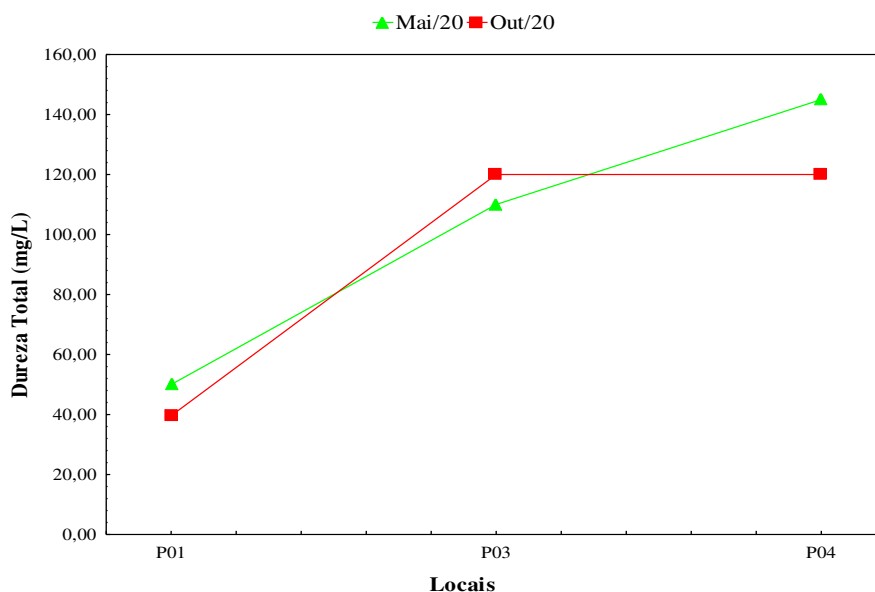


Figura 3.15 – Valores de dureza total (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Cálcio

Nos poços analisados, as concentrações de cálcio apresentaram valor mínimo de 6,40 mg/L no P01, em maio, e valor máximo de 39,30 mg/L no P04, em outubro, como apresentado na figura 3.16. De maneira geral os poços P01 e P03 não apresentaram grande variação entre as amostragens quanto no P04. Também não há limite previsto na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde para esse parâmetro.

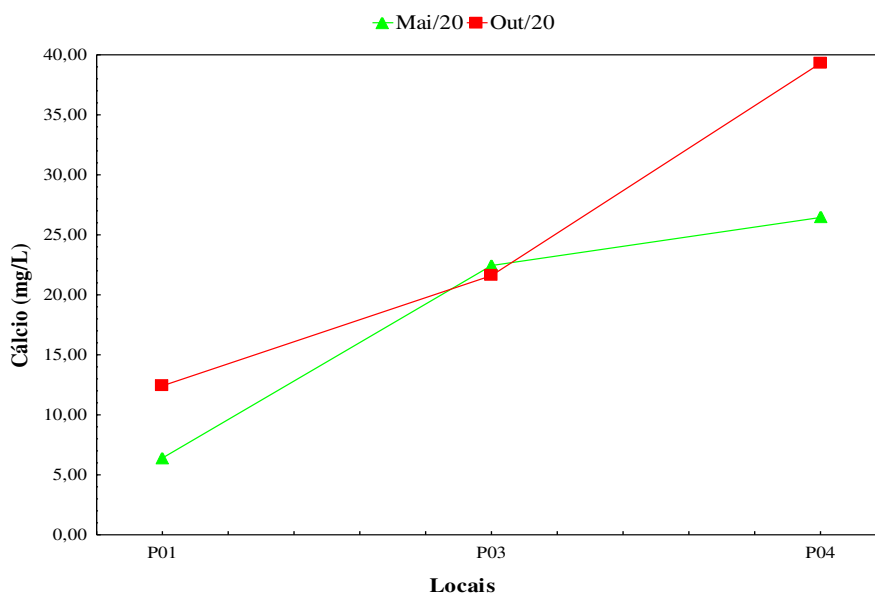


Figura 3.16 – Concentrações de cálcio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Cloretos

As concentrações de cloretos apresentaram valores mínimo em outubro, com 0,40 mg/L no P03 e máximo de 12,60 mg/L no P04 em outubro (Figura 3.17), portanto, estiveram bem abaixo do limite de 250 mg/L estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde em águas para consumo humano.

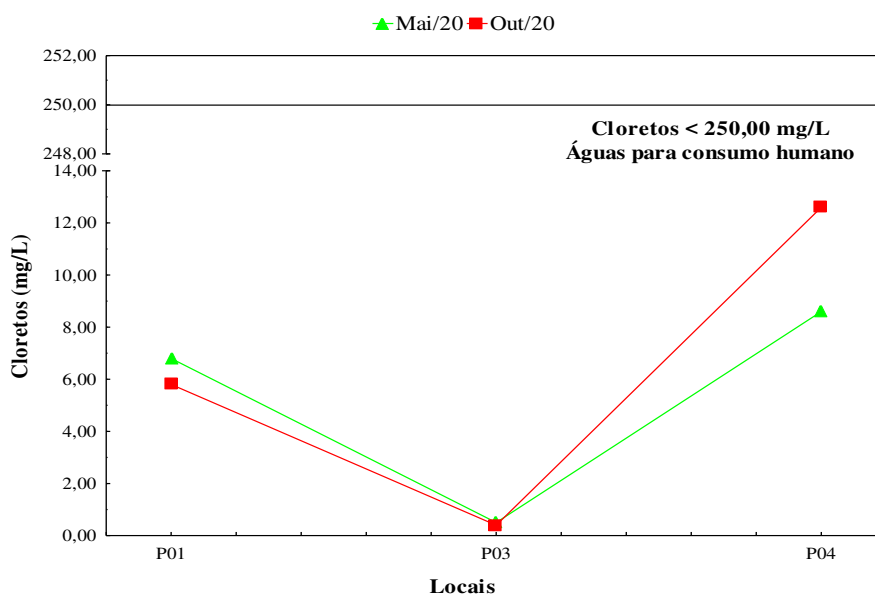


Figura 3.17 – Concentrações de cloretos (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha verde representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Magnésio

As concentrações de magnésio variaram de 0,00 mg/L nos locais P03 e P04 em outubro e 20,65 mg/L no P04, em maio (Figura 3.18). Não há limite estabelecido para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

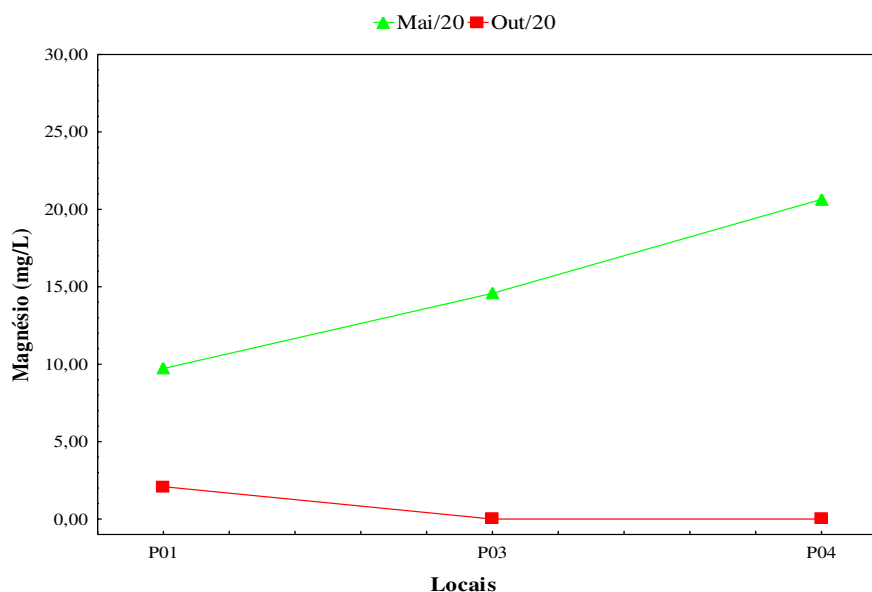


Figura 3.18 – Concentrações de magnésio (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Manganês

As concentrações de manganês na água dos poços não apresentaram valores que atingissem o limite de quantificação do método (LQM = 0,013 mg/L) em todos os poços e em ambos os meses analisados. Considerando-se o limite de 0,1 mg/L estabelecido pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde para esse mineral, as concentrações estiveram inferiores ao estabelecido.

Metais

Esta seção apresenta os resultados obtidos para as concentrações de ferro nas amostras de águas subterrâneas obtidas na área de entorno da PCH Cantu 2.

Ferro Total

As concentrações de ferro verificadas variaram de 0,09 mg/L para o poço P03, em outubro e 0,26 mg/L para o P01, em maio (Figura 3.19), considerando o limite de 0,30 mg/L estabelecido para esse metal em águas para consumo humano pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, todos os poços apresentaram concentração menor que o estabelecido.

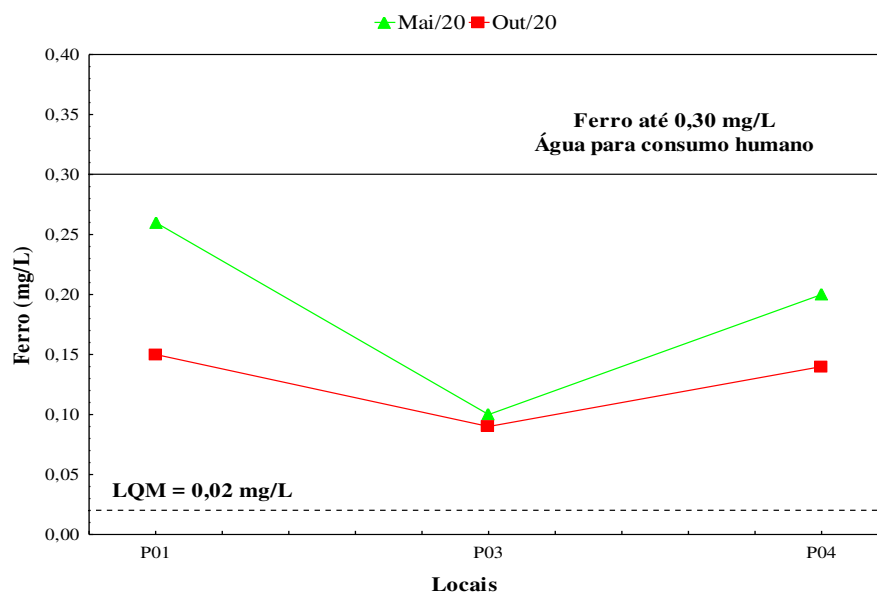


Figura 3.19 – Concentrações de ferro (mg/L) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2. A linha preta representa o limite da Resolução CONAMA 396/2008 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde; a linha tracejada representa o limite de quantificação do método.

Bactérias do Grupo Coliformes

Esta seção apresenta os resultados das análises de bactérias do grupo coliformes nas amostras de águas subterrâneas coletadas no ano de 2020 na área de entorno da PCH Cantu 2.

Coliformes Totais

As concentrações de coliformes totais variaram de <1,0 NMP/100 mL (P01 e P03, em maio) e (P03, em outubro) a um máximo de 75 NMP/100 mL no P01 em outubro (Figura 3.20). Não há referência a limite para esse parâmetro na resolução CONAMA nº 396/08, porém a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde define que estes organismos devem estar ausentes em água de consumo humano, portanto, os poços P01 e P03 no mês de maio ficaram de acordo com as resoluções.

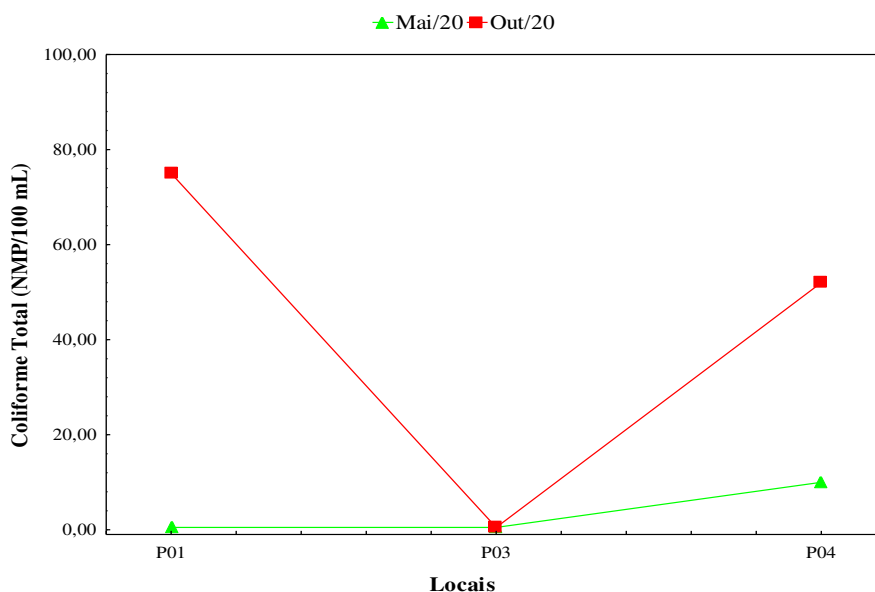


Figura 3.20 – Concentrações de coliformes totais (NMP/100 mL) nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Coliformes Fecais ou Termotolerantes (Escherichia coli)

As amostras coletadas resultaram em concentrações que não atingiram o limite de quantificação do método (LQM =1 NMP/100 mL) de coliformes fecais, exceção para o local P04 em outubro, onde foi detectado a presença de células de *E. Coli* (20 NMP/100 mL). A resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde determinam que essas bactérias devem estar ausentes em 100 mL de águas destinadas a consumo humano, portanto, para o poço P04 em outubro, o valor ficou acima do recomendado pelas resoluções.

Adequação Legal dos Parâmetros Analisados

A maioria dos parâmetros analisados não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/08 e na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, conforme verificado na tabela 3.1. Durante o ano de 2020 todos os parâmetros avaliados indicaram que a água subterrânea esteve própria para o consumo, não apresentando valores que não estiveram em conformidade à resolução citada, exceto coliformes totais. Uma atenção especial deve ser dada ao local P04, onde no mês de outubro apresentou concentrações de *E. Coli*.

Tabela 3.1 – Parâmetros analisados nos poços amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de entorno da PCH Cantu 2.

Parâmetros	Meses						Resolução CONAMA 396/08 Consumo Humano
	Maio 2020			Outubro 2020			
	P01	P03	P04	P01	P03	P04	
Alcalinidade (mg/L)	62,38	110,00	112,88	50,06	105,63	90,00	-
Bicarbonato	60,85	108,74	112,69	50,04	105,40	89,84	-
Cálcio (mg/L)	6,40	22,44	26,45	12,42	21,60	39,30	-
Cloretos (mg/L)	6,80	0,50	8,60	5,80	0,40	12,60	250 mg/L
Coliforme Total (NMP/100 mL)	< 1,00	< 1,00	10	75	< 1,00	52	-
Condutividade Elétrica (µS/cm)	1240	183,8	1286	256	196	292,9	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	< 1,00	1,09	1,61	1,97	1,37	1,58	-
Demanda Química de oxigênio (mg/L)	87,20	49,20	45,20	50,00	43,33	32,33	-
Dureza Total (mg/L)	50,0	110,0	145,0	39,6	120,0	120,0	-
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	<1	<1	<1	<1	<1	20	Ausente
Ferro (mg/L)	0,26	0,10	0,20	0,15	0,09	0,14	0,3 mg/L
Fósforo Total (mg/L)	0,103	0,034	0,028	0,031	0,136	0,038	-
Hidróxido	0,123	0,00	0,008	0,002	0,011	0,009	-
Magnésio (mg/L)	9,72	14,58	20,65	2,09	0,00	0,00	-
Manganês (Mn)	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	0,1 mg/L
Nitrato (mg/L)	< 0,30	< 0,30	2,40	0,40	0,40	3,50	10 mg/L
Ortofosfato (mg/L)	0,069	0,1	0,095	0,017	0,04	0,024	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,93	6,37	6,27	7,13	11,85	6,70	-
pH	8,57	7,76	7,14	7,82	7,93	6,79	-
Saturação (%)	90,7	70,0	74,1	89,8	97,3	81,2	-
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	174,0	162,5	168,5	192,5	187,5	205,5	1.000 mg/L
Temperatura da Água (oC)	21,5	20,1	20,4	27,2	22,0	25,6	-
Temperatura da Ar (oC)	22	23,5	20	32	28	31	-
Turbidez (NTU)	<0,62	<0,62	<0,62	<0,62	<0,62	1,02	-

* Valores em vermelho não atendem à resolução CONAMA 396/2008 para consumo humano.

Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA), buscando-se verificar correlação entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos nos locais e meses analisados, mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 67,8% da variabilidade dos dados (Figura 3.21) e o que o eixo 1 diferiu do eixo 2 ($p < 0,05$). O primeiro eixo (PCA1), com autovalor 8,299, explicou 39,52% da variabilidade, sendo que os parâmetros cálcio, coliformes feiciais e totais, DBO,

nitrito, sólidos dissolvidos, temperatura do ar, temperatura da água e turbidez contribuíram negativamente para a formação deste eixo, e distinguiram o P04 (outubro) dos demais, por outro lado os parâmetros alcalinidade e dureza total contribuíram positivamente e estão ligados principalmente ao mês de maio. O segundo eixo (PCA2), com autovalor de 5,937, explicou 28,27% da variabilidade dos dados. Ficou evidente que os poços P01 e P04 diferem entre si e também entre os meses amostrados.

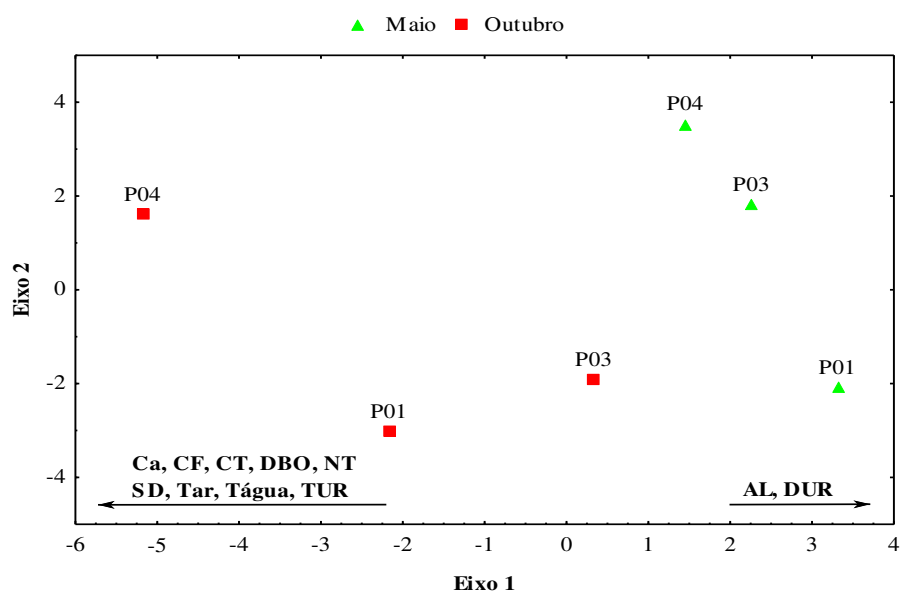


Figura 3.21 – Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada aos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos nos POÇOS amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2 (Ca= cálcio, CF=coliformes fecais, CT=coliformes totais, DBO= demanda bioquímica de oxigênio, NT=nitrato, SD=sólidos dissolvidos, Tar=temperatura do ar, Tágua=temperatura da água, TUR=turbidez, Al=alcalinidade, DUR=dureza total).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas subterrâneas na área de entorno da PCH Cantu 2 apresentaram características gerais de potabilidade (consumo humano), exceto para coliformes totais e fecais (P04). As variações apresentadas são pontuais e não acarretam em malefícios para o meio e também para o consumo, porém devido a presença de coliformes fecais a população deveria ser orientada a tratar a água antes do consumo, para eliminar estes organismos.

3.5 REFERÊNCIAS

- Conama. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2008. Resolução N° 396. 7 de abril de 2008.
- Costa, C.L., de Lima, R.F., Paixão, G.C., Pantoja, L.D.M. 2012. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 33, n. 2, p. 171-180.
- Eckhardt, B., Faisst, H., Schmiegel, A., Schneider, T.M. 2008 Dynamical systems and the transition to turbulence in linearly stable shear flows. *Phil. Trans. R. Soc. Lond*, v. 366, p. 1297–1315.
- Funasa. Fundação Nacional de Saúde. 2013. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília: FUNASA, 150 p.
- Ribeiro, L. 2009. Águas Subterrâneas. In: Pereira, H.M., Domingos, T., Vincente, L., Proenca, V. (Eds.). *Ecosistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*, Escolar Editora, Lisboa, p. 381-411.
- Jackson, D.A. 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, v. 74, p. 2204-2214.
- McCune, B.; Mefford, M.J. 1999. *Multivariate analysis of ecological data. version 4*, Gleneden Beach-Oregon: MjM Software Design.
- McCune, B.; Grace, J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MJM Publishers.

COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2

Maria do Socorro Tenório Baumgartner
Vinícius Valiente dos Santos
Cleomar Fernandes
Antônio Nogueira
Tiago Debona
Gilmar Baumgartner

4.1 INTRODUÇÃO

Os efeitos dos represamentos sobre os sistemas fluviais têm sido estudados por diversos autores, entre os quais pode-se destacar Calijuri & Tundisi (1990), Tundisi & Matsumura-Tundisi (1990), Agostinho et al. (1992 e 1995), Henry (1999), Rocha et al. (1999), Nogueira et al. (1999) e Panarelli et al. (2003), abordando tanto as mudanças nas condições físicas e químicas da massa de água, quanto nas comunidades bióticas.

Quanto à avaliação da comunidade fitoplancônica nestes ambientes, os estudos vêm crescendo, visando objetivos diversos, entre eles a análise do estado trófico, a produção primária, o uso como bioindicador e, também, sua utilização para a produção de biocombustíveis (Nogueira et al., 2005). Em ambientes represados, a eutrofização das águas tende a aumentar em razão da elevação da temperatura da água e da resistência térmica à circulação, em consequência, as comunidades aquáticas se reorganizam, muitas vezes alterando sua distribuição espacial e temporal, assim, espera-se maior frequência de florescimentos de cianobactérias (Paerl & Huisman, 2008).

Os componentes do zooplâncton, por sua vez, organismos heterotróficos, ou seja, sem capacidade fotossintética, são organismos importantes para a ciclagem de nutrientes, atuando como elo de energia e massa entre os produtores e os demais componentes da cadeia trófica e podendo ser utilizados com indicadores de qualidade da água, em razão de apresentarem grande sensibilidade e responderem rapidamente às mudanças ambientais (Esteves, 1998). As alterações na comunidade zooplancônica também indicam a deterioração do ecossistema, estando relacionadas diretamente com fatores de estresse, como altas concentrações de substâncias tóxicas e aumento de acidez (Matsumura-Tundisi, 1997).

Outra comunidade afetada pelos represamentos é a dos macroinvertebrados bentônicos, que se constitui em um grupo diversificado de organismos que ocupam tanto ambientes lênticos (reservatórios, lagos e lagoas), como lóticos (rios, córregos e riachos) (Merrit & Cummins, 1996). A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é componente importante nestes diferentes ambientes, em razão de sua participação no processo de ciclagem de nutrientes, principalmente devido à decomposição de matéria orgânica (Devine & Vanni, 2002). Estes organismos são utilizados também como recurso alimentar por animais de diferentes níveis tróficos, destacando-se a comunidade íctica, com participação contínua no fluxo de energia (Callisto & Esteves, 1998).

As plantas aquáticas, por outro lado, são componentes importantes em corpos hídricos, pois desempenham papel fundamental no estoque de energia e carbono nas bases das pirâmides alimentares, promovem habitats adequados para muitos organismos e servem de suporte à ovoposição e ao refúgio de peixes e outros animais (Neves et al., 2002). Contudo, a vegetação aquática passa a ser considerada como daninha quando seu crescimento acentuado causa problemas para a utilização dos ecossistemas pelos seres humanos, como navegação, pesca, esportes náuticos, entre outros, surgindo a necessidade de aplicação de métodos de controle ou manejo (Pitelli, 1998; Martins et al., 2008). De acordo com Branco (1986), existem várias espécies de macrófitas com potencial para causar prejuízos em ecossistemas aquáticos. Os aguapés (gênero *Eichhornia*), por exemplo, têm sido motivo de grande preocupação em represas, pois as plantas dessa espécie tendem a cobrir a superfície aquática, com perigo de entupirem as grades de proteção dos sistemas de turbinas geradoras de energia elétrica (Martins et al., 2009).

O levantamento de proliferação de plantas aquáticas faz-se necessário, pois permite verificar o grau de infestação das diferentes espécies e a distribuição destas nos corpos d'água (Martins et al., 2009). A partir desses dados, decisões podem ser tomadas a respeito da melhor maneira de interagir com essas plantas, desde um simples monitoramento de infestação e distribuição dessas espécies dentro de um sistema aquático, até uma prática de controle (Martins et al., 2003). O monitoramento periódico das macrófitas aquáticas permite avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações. A identificação de focos iniciais de plantas de alto risco para a produção de energia elétrica é bastante importante na tomada de decisões quanto à erradicação ou não desses focos (Carvalho et al., 2005).

Diante dessas considerações, neste capítulo são apresentados os resultados obtidos para fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas nos meses de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Coletas de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas foram realizadas semestralmente (maio e outubro) em 2020, nos cinco locais descritos no capítulo 1, seguindo-se as metodologias descritas a seguir.

4.2.1 Fitoplâncton

As amostragens quantitativas da comunidade fitoplanctônica foram realizadas na subsuperfície, utilizando-se o simples enchimento de frasco de vidro com capacidade de 100mL, sendo as amostras fixadas com solução de lugol acético. Paralelamente, para auxiliar nos estudos taxonômicos, foram filtrados 200 litros de água em rede de plâncton cônica com abertura de malha de 20 µm, sendo esse material acondicionado em frascos de polietileno e fixado com solução Transeau (Bicudo; Menezes, 2005).

As amostras fixadas foram encaminhadas ao laboratório, onde as análises taxonômicas foram realizadas utilizando-se lâminas histológicas observadas em microscópio óptico e as análises quantitativas foram realizadas com auxílio de câmaras de sedimentação (Utermöhl, 1958) observadas em microscópio invertido. A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958), com prévia sedimentação da amostra, sendo o volume sedimentado estabelecido de acordo com a concentração de algas e/ou detritos na amostra (5 ou 10 mL) e o tempo de sedimentação conforme a altura da câmara, sendo de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara de sedimentação. As contagens foram realizadas aleatoriamente até a obtenção de 100 campos, sendo o erro inferior a 20%, a um coeficiente de confiança de 95% (Lund; Kipling; Lecren, 1958). Para a contagem das algas e cianobactérias, os indivíduos foram considerados na forma como ocorrem na natureza (células, colônias ou filamentos), sendo o resultado expresso em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitro, utilizando-se a fórmula a seguir:

$$N = \frac{X.A}{a.v.c}$$

Onde:

N = número de indivíduos por volume na amostra (indivíduos/mL);

X = número de indivíduos contados na câmara de sedimentação;

A = área da câmara (490,88 mm²);

v = volume da amostra sedimentada na câmara (3, 5 ou 10 mL);

a = área do campo de contagem (0,20 mm²);

c = número de campos contados (100 campos).

A identificação foi realizada com auxílio de Bicudo; Bicudo (1970), Bourrelly (1972), Komárek; Fott (1983), Komárek; Anagnostidis (1989, 1998, 2005), Round et al. (1990), Metzeltin; Lange-Bertalot (1998), Bicudo; Menezes (2005, 2006), Franceschini et al. (2010), bem como outros artigos científicos de descrição de espécies. O sistema de classificação seguiu o proposto por Guiry; Guiry (2019).

4.2.2 Zooplâncton

Para as coletas do zooplâncton foram filtrados 200 litros de água em uma rede de plâncton cônica com abertura de malha 68 µm, e o material coletado foi acondicionado em frasco de polietileno (250 mL) devidamente etiquetado e fixado em solução de formaldeído 4,0%, adicionado corante Rosa de Bengala (1g/L) e tamponado com Bicarbonato de Sódio (5g/L) (Schaden, 1985). Destaca-se que este procedimento encontra respaldo na Resolução ANA n°. 724/2011, principalmente no que concerne ao tamanho da malha, forma de coleta (filtração) e quantificação, e o laboratório segue os padrões estabelecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. Devido à isso o INEO segue os procedimentos para a realização da coleta, armazenamento, transporte e análise das amostras, segundo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23^a edição (2017), de acordo com a norma ABNT/NBR ISO/IEC 17025/2017, segundo as diretrizes da PLZ-01-Procedimento de Amostragem de Zooplâncton (formulário próprio) que descreve o detalhamento do plano de amostragem para coleta de zooplâncton.

A avaliação da comunidade zooplânctônica foi realizada com auxílio de câmara de Sedgewick-Rafter, sob microscópio óptico (Olympus), e para sua identificação utilizou-se bibliografia específica: Koste (1978), Sendacz & Kubo (1982), Reid (1985), Matsumura-Tundisi (1986), Segers (1995) e Elmoor-Loureiro (1997). Para a determinação da abundância foram feitas sub-amostragens com pipeta tipo Hensen-Stempel (1,0 ml), e contados, no

mínimo, 50 indivíduos de rotíferos, cladóceros, formas jovens (náuplios e copepoditos) e adultos de copépodes, em câmaras de Sedgewick-Rafter, sob microscópio óptico. As amostras com reduzido número de indivíduos foram contadas na íntegra. A densidade total foi expressa em termos de indivíduos por metro cúbico de água filtrada.

4.2.3 Macroinvertebrados Bentônicos

Considerando as características geomorfológicas de cada local, tais como largura, profundidade, tipo de substrato, velocidade de corrente, além da segurança durante o procedimento de coleta, as amostragens de macroinvertebrados bentônicos foram realizadas com auxílio de rede coletora do tipo “hand-net”, segundo o método de “Kick-Sampling”, e apenas no reservatório foi aplicada draga tipo Petersen com área total de 0,09m². Em cada local de amostragem foram recolhidas 3 unidades amostrais, sendo que o tempo de exposição da rede para cada amostragem foi de 3 minutos (Kick sampling), buscando-se, no procedimento de coleta, representar os diferentes microhabitats (ambientes lóticos, remansos, margens e centro). Após a coleta, as amostras foram triadas em campo para identificação prévia dos organismos ainda vivos, sendo os mesmos posteriormente acondicionados em frascos plásticos e conservados em álcool 70%. A amostra residual também foi conservada em álcool 70%, para realização de triagem complementar, com a utilização de um sistema de peneiras graduadas. A identificação em laboratório foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico, segundo McCafferty (1981), Perez (1988), Buzzi (2002), Costa et al. (2006) e Mugnai et al. (2010). A composição e a distribuição espacial e temporal dessa comunidade foi avaliada em relação ao número de organismos capturados e às principais ordens e famílias.

Para avaliação da qualidade da água, utilizou-se o *Biological Monitoring Working Party System* (BMWP), adaptado por IAP (2003), que é baseado nos macroinvertebrados bentônicos (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Classificação da qualidade da água baseada em macroinvertebrados bentônicos.

CLASSE	QUANTIDADE	VALOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	>150	• Águas muito limpas (águas pristinas)	LILÁS
II	BOA	121-149	• Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não poluído	AZUL ESCURO
III	ACEITÁVEL	101-120	• Águas muito pouco poluídas ou sistema já com um pouco de alteração	AZUL CLARO
IV	DUVIDOSA	61-100	• São evidentes efeitos moderados de poluição	VERDE
V	POLUÍDA	36-60	• Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)	AMARELO
VI	MUITO POLUÍDA	16-35	• Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
VII	FORTEMENTE POLUÍDA	<15	• Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Fonte: IAP (2003).

4.2.4 Análises Estatísticas

Atributos das assembleias também foram calculados, sendo eles:

- Equitabilidade (E), de acordo com a expressão:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Sendo:

H' = índice de diversidade de Shannon;

S = número de espécies.

- Índice de diversidade de Shannon, expresso pela equação:

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

Sendo:

s = número de espécies;

p_i = proporção do grupo i.

Para estabelecer a relação entre a qualidade da água e a abundâncias das comunidades hidrobiológicas, as médias das variáveis físicas e químicas da água foram submetidas a uma análise de componentes principais (PCA), e então, foram retidos para posterior análise os componentes que apresentaram autovalores maiores que 1,0, segundo o critério de Kaiser-Guttman. A partir disso, para avaliar a influência da variabilidade ambiental sobre as comunidades, aplicou-se a técnica multivariada de correspondência canônica (CCA), utilizando-se os componentes principais da PCA selecionados e as abundâncias médias dos locais e meses amostrados. Os procedimentos para realização e interpretação dos resultados seguiram as recomendações de McCUNE; GRACE (2002), sendo utilizado o software Pc-Ord 5.31® (McCUNE; MEFFORD, 2006).

4.2.5 Macrófitas Aquáticas

Para análise qualitativa, a amostragem das macrófitas foi realizada através do método de varredura, nos cinco locais de amostragem, sendo registradas as macrófitas presentes (flutuantes, emersas e submersas), as quais foram coletadas e fotografadas no local para facilitar a identificação ao menor nível taxonômico possível com o auxílio de Amaral et al. (2008) e Suzuki (2011).

Os bancos de macrófitas (Figura 4.1) foram georreferenciados e estimados seus tamanhos (m^2) para acompanhamento quanto ao deslocamento e aumento/redução do tamanho.



Figura 4.1 – Varredura para localização de bancos de macrófitas aquática.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos para as comunidades analisadas: fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas.

4.3.1 Fitoplâncton

Os resultados obtidos nas análises qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplanctônica, relativas às coletas realizadas nos meses de maio e outubro de 2020 na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, estão apresentados a seguir.

Análise Qualitativa

A análise qualitativa do fitoplâncton, apresentada na tabela 4.2, mostrou que no mês de maio de 2020 registrou-se um total de 84 táxons pertencentes a 122 classes, sendo elas: Chlorophyceae (31 táxons, 36,9%); Cyanophyceae (14 táxons, 16,7%); Conjugatophyceae (10 táxons, 11,9%); Bacillariophyceae (6 táxons, 7,1%); Chryptophyceae, Dinophyceae, Trebouxiophyceae e Euglenophyceae (4 táxons, 4,8%, cada); Synurophyceae (3 táxons, 3,6%); Chrysophyceae (2 táxons, 2,4%); Coscinodiscophyceae e Mediophyceae (1 táxon, 1,2%, cada). No mês de outubro de 2020, por sua vez, verificou-se um total de 43 táxons pertencentes a 11 classes assim distribuídas: Chlorophyceae (19 táxons, 22,6%); Cryptophyceae (6 táxons, 7,1%); Cyanophyceae (5 táxons, 6,0%); Bacillariophyceae e Synurophyceae (3 táxons, 3,6%, cada); Dinophyceae (2 táxons, 2,4%); Mediophyceae, Chrysophyceae, Zygnematophyceae, Trebouxiophyceae e Euglenophyceae (1 táxon, 1,2%, cada).

O predomínio da classe Chlorophyceae verificado no presente estudo se assemelha aos resultados obtidos em períodos anteriores na área de influência da PCH Cantu 2 (Ineo & Soma, 2017, 2018 e 2019), bem como a estudos realizados em outras regiões do Brasil, como os de Ineo & Soma (2014a) em 20 locais na bacia do Rio Pelotas (Rio Grande do Sul), Ineo & Soma (2014b) na bacia do rio Parnaíba (Maranhão/Piauí) e Ineo & Genesis Energia (2011, 2012 e 2013) na área de influência da PCH São Francisco (rio São Francisco Verdadeiro, Paraná).

Tabela 4.2 – Composição da comunidade fitoplanctônica na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020 (RIQ. = riqueza).

TÁXONS IDENTIFICADOS	MESES/LOCAIS
----------------------	--------------

	MAIO/2020						OUT/2020					
	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO
CYANOBACTERIA												
Cyanophyceae	14		7	4	6	1	5	1			3	1
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West			X									
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek					X						X	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström				X								
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann				X				X				
<i>Chroococcus</i> cf. <i>microscopicus</i>			X									
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann			X								X	
<i>Eucapsis</i> sp.			X	X								
<i>Komvophoron</i> sp.					X							X
<i>Microcystis</i> sp.				X								
cf. <i>Planktolingbya</i> sp.			X		X							
cf. <i>Pseudanabaena catenata</i>			X		X							
cf. <i>Pseudanabaena galeata</i>					X							
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek			X			X					X	
<i>Pseudanabaena</i> sp. 1					X							
BACILLARIOPHYTA												
Bacillariophyceae	6	3	5	2	5	1	3	1			2	1
<i>Amphora</i> sp.		X	X									X
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot			X	X	X						X	
<i>Frustulia</i> sp.			X		X			X			X	
<i>Gomphonema</i> sp.		X	X	X	X	X						
<i>Navicula</i> sp.		X	X		X							
<i>Sellaphora</i> sp.					X							
Coscinodiscophyceae	1			1							1	1
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Simonsen				X								
<i>Urosolenia</i> sp.											X	X
Mediophyceae	1		1	1	1		1		1	1	1	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			X	X	X			X	X	X	X	X
CRYPTOPHYTA												
Cryptophyceae	4	4	4	2	3	3	6	2	3	3	5	3
cf. <i>Chilomonas</i> sp.		X	X		X						X	
<i>Chroomonas</i> sp. 1		X	X	X	X	X				X		X
<i>Chroomonas</i> sp. 2											X	
<i>Cryptomonas</i> sp.1		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Cryptomonas</i> sp.2									X		X	
cf. <i>Cyanomonas</i> sp.		X	X			X		X	X	X	X	X
MIOZOA												
Dinophyceae	4	1	4	2	3	2	2	2	2	1	1	1
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans			X	X	X	X		X	X			
<i>Peridinium</i> sp.1		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Peridinium</i> sp.2			X		X							
<i>Peridinium</i> sp.3			X									
OCHROPHYTA												
Chrysophyceae	2		2		1		1		1		1	1
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg			X		X							
<i>Dinobryon</i> sp.			X					X		X	X	
Synurophyceae	3		2		1	2	3	1	1		2	
<i>Mallomonas</i> cf. <i>allorgei</i>						X					X	
<i>Mallomonas</i> cf. <i>papillosa</i>			X		X	X			X		X	
<i>Mallomonas</i> sp.			X					X				
CHAROPHYTA												
Conjugatophyceae	10		5		7							
<i>Closterium</i> sp. 1												
<i>Cosmarium</i> cf. <i>punctatum</i>					X							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>aculeatum</i>			X		X							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>chaetoceras</i>			X		X							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>crenulatum</i>			X									
<i>Staurastrum</i> cf. <i>longipes</i>					X							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>paradoxum</i>					X							
<i>Staurastrum quadrangulare</i> var. <i>attenuatum</i> Nordst			X									
<i>Staurastrum rotula</i> var. <i>rotula</i> Vidensk, Medrr			X									
cf. <i>Stauroidesmus triangularis</i>					X							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>wolleanum</i>					X							

TÁXONS IDENTIFICADOS	MESES/LOCAIS											
	MAIO/2020						OUT/2020					
	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO
Zygnematophyceae							1				1	
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt												X
CHLOROPHYTA												
Chlorophyceae	31	6	21	10	15	5	19	3	8	4	11	5
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reisch) Korshikov			X		X							
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris			X								X	
<i>Coelastrum indicum</i> W.B.Turner		X	X									
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohlin				X								
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle					X							
<i>Coenochloris</i> sp.											X	
<i>Comasiella</i> sp.			X						X			
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>armatus</i> (Chod.) Hegew.			X		X	X					X	
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) Hegew.			X									
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) Hegewald			X		X				X		X	
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.												X
<i>Desmodesmus spinosus</i> (Chodat) E.Hegewald		X										
<i>Desmodesmus spinulatus</i> (Biswas) E.Hegewald			X									
<i>Dictyosphaerium</i> sp.											X	
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohlin) Comas Gonzalez											X	
<i>Kirchneriella irregularis</i> var. <i>spiralis</i> Korshikov					X						X	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.			X	X	X	X		X	X		X	X
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard			X	X	X						X	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová			X	X	X	X						
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová			X	X								
<i>Monoraphidium indicum</i> Hindák									X	X		
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard											X	X
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.		X	X	X					X	X	X	X
<i>Monoraphidium nanum</i> (Ettl) Hindák					X							
<i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová			X		X			X	X	X		
<i>Monoraphidium tortile</i> (West & G.S.West) Komárková-Legnerová			X	X	X				X			
<i>Pectinodesmus regularis</i> (Svirenko) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz			X		X							
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat		X										
<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehrenberg) Chodat			X		X	X					X	
<i>Spermatozopsis</i> sp.		X										
<i>Sphaerocystis</i> sp.		X								X		
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald								X				
<i>Tetraëdron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg				X								
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg			X	X	X	X						
<i>Tetraëdron regulare</i> var. <i>papilliferum</i> (Schröder) Playfair			X		X							
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg				X								
<i>Tetrallantos</i> sp.			X									
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek									X			X
<i>Treubaria setigera</i> (W.Archer) G.M.Smith			X									
Trebouxiophyceae	4		2		1	1	1				1	
<i>Acanthosphaera</i> sp.			X									
<i>Crucigenia crucifera</i> (Wolle) O.Kuntze					X							
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze						X					X	
<i>Oocystis</i> sp.			X									
EUGLENOZOA												
Euglenophyceae	4		2	2	2		1			1		
<i>Euglena</i> cf. <i>caudata</i>			X	X								
<i>Euglena</i> sp.					X							
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>volvocina</i>			X	X						X		
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>volvocinopsis</i>					X							
RIQUEZA	84	14	55	24	45	15	43	8	16	11	29	14
NÚMERO DE CLASSES	12	4	11	8	11	7	11	5	6	5	11	8

Análise Quantitativa

Quanto às densidades fitoplanctônicas, as análises espacial, temporal, dos atributos da comunidade e de Componentes Principais foram relativas a um total de 72 táxons identificados (11 classes) nas amostras do mês de maio e 41 táxons identificados (10 classes) em outubro de 2020 (Tabela 4.3).

No mês de maio foram registradas maiores densidades totais no local BAR (4.021,13 ind./mL) e menor no local MON (126,81 ind./mL) e predomínio (maiores densidades médias) das classes Cyanophyceae (425,43 ind./mL) e Dinophyceae (397,61 ind./mL).

No mês de outubro, por sua vez, foi verificada maior densidade fitoplanctônica total no local BCO (2.400,40 ind./mL) e menor no JUS (265,08 ind./mL), com destaque para as classes Dinophyceae (densidade média de 351,47 ind./mL) e Cryptophyceae (densidade média de 262,13 ind./mL).

Tabela 4.3 – Densidades da comunidade fitoplanctônica (ind./mL) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020 (RIQ. = riqueza; DENS. MÉD. = densidade média).

TÁXONS IDENTIFICADOS	MESES/LOCAIS														
	MAIO/2020							OUT/2020							
	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)	
CYANOBACTERIA															
Cyanophyceae	12		1.722,17	384,52	4,09	16,36	425,43	5	14,73			14,73	9,82	7,85	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>			12,27				2,45								
<i>Aphanocapsa incerta</i>												4,91			
<i>Chroococcus dispersus</i>						8,18	1,64		14,73					2,95	
<i>Chroococcus</i> cf. <i>microscopicus</i>			4,09				0,82								
<i>Chroococcus minimus</i>			4,09				0,82					4,91		0,98	
<i>Eucapsis</i> sp.			4,09			4,09	1,64								
<i>Komvophoron</i> sp.				57,27			11,45						9,82	1,96	
<i>Microcystis</i> sp.						4,09	0,82								
cf. <i>Planktolyngbya</i> sp.			1.668,99	282,26			390,25								
cf. <i>Pseudanabaena catenata</i>			4,09	8,18			2,45								
cf. <i>Pseudanabaena galeata</i>				20,45			4,09								
<i>Pseudanabaena limnetica</i>			24,54		4,09		5,73					4,91		0,98	
<i>Pseudanabaena</i> sp. 1				16,36			3,27								
BACILLARIOPHYTA															
Bacillariophyceae	5		159,54	73,63	4,09	57,27	58,91	2	4,91			9,82		2,95	
<i>Achnanthidium exiguum</i> var. <i>constrictum</i>															
<i>Fragilaria tenera</i>			147,26	32,73		53,18	46,63					4,91		0,98	
<i>Frustulia</i> sp.			4,09	8,18			2,45		4,91			4,91		1,96	
<i>Gomphonema</i> sp.			8,18	12,27	4,09	4,09	5,73								
<i>Navicula</i> sp.				12,27			2,45								
<i>Sellaphora</i> sp.				8,18			1,64								
Coscinodiscophyceae								1				39,27	9,82	9,82	
<i>Urosolenia</i> sp.												39,27	9,82		
Mediophyceae	1		110,45	57,27		28,63	39,27	1		98,18	39,27	240,53	39,27	83,45	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			110,45	57,27		28,63	39,27			98,18	39,27	240,53	39,27	83,45	
CRYPTOPHYTA															
Cryptophyceae	4	110,45	196,35	85,90	114,54	102,27	121,90	6	358,34	68,72	603,78	112,90	166,90	262,13	
cf. <i>Chilomonas</i> sp.		32,73	28,63	16,36			15,54					4,91		0,98	

TÁXONS IDENTIFICADOS	MESES/LOCAIS													
	MAIO/2020							OUT/2020						
	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)
<i>Chroomonas</i> sp. 1		57,27	20,45	8,18	73,63	16,36	35,18				481,06		49,09	106,03
<i>Chroomonas</i> sp. 2												58,91		
<i>Cryptomonas</i> sp.1		16,36	143,17	61,36	16,36	85,90	64,63		250,35	44,18	112,90	34,36	107,99	109,96
<i>Cryptomonas</i> sp.2										4,91		4,91		
cf. <i>Cyanomonas</i> sp.		4,09	4,09		24,54		6,55		107,99	19,64	9,82	9,82	9,82	31,42
MIOZOA														
Dinophyceae	4		617,69	40,91	4,09	1.325,38	397,61	2		29,45	1.708,26	9,82	9,82	351,47
<i>Ceratium furcoides</i>				8,18		1.321,29	265,89				1.703,35			340,67
<i>Peridinium</i> sp.1			229,08	12,27	4,09	4,09	49,91			29,45	4,91	9,82	9,82	10,80
<i>Peridinium</i> sp.2			359,98	20,45			76,09							
<i>Peridinium</i> sp.3			28,63				5,73							
OCHROPHYTA														
Chrysophyceae	2		53,18	12,27			13,09							
<i>Dinobryon sertularia</i>			28,63	12,27			8,18							
<i>Dinobryon</i> sp.			24,54				4,91							
Synurophyceae	3		65,45	20,45	4,09		18,00	3	4,91	19,64		9,82		6,87
<i>Mallomonas</i> cf. <i>allogrei</i>					4,09		0,82					4,91		0,98
<i>Mallomonas</i> cf. <i>papillosa</i>			53,18	20,45			14,73			19,64		4,91		4,91
<i>Mallomonas</i> sp.			12,27				2,45		4,91					0,98
CHAROPHYTA														
Conjugatophyceae	7		638,14	184,08			164,44							
<i>Cosmarium</i> cf. <i>punctatum</i>				4,09			0,82							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>aculeatum</i>			4,09	20,45			4,91							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>chaetoceras</i>			629,96	147,26			155,45							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>crenulatum</i>			4,09				0,82							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>longipes</i>				4,09			0,82							
<i>Staurastrum</i> cf. <i>paradoxum</i>				4,09			0,82							
cf. <i>Staurodesmus triangularis</i>				4,09			0,82							
CHLOROPHYTA														
Chlorophyceae	27	16,36	441,79	167,72	28,63	118,63	154,63	19	14,73	78,54	44,18	88,36	39,27	53,02
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>			110,45	28,63			27,82							
<i>Coelastrum astroideum</i>			4,09				0,82				9,82			1,96
<i>Coelastrum indicum</i>			4,09				0,82				9,82			1,96
<i>Coelastrum proboscideum</i>						4,09	0,82							
<i>Coelastrum pulchrum</i>				4,09			0,82							
<i>Comasiella</i> sp.			4,09				0,82		4,91					0,98
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>armatus</i>			12,27	8,18	8,18		5,73				4,91			0,98
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>			8,18				1,64		4,91		14,73			3,93
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>			12,27				2,45							
<i>Desmodesmus communis</i>												9,82		
<i>Desmodesmus spinulatus</i>			4,09				0,82							
<i>Dietyosphaerium</i> sp.											4,91			
<i>Kirchneriella diana</i>											4,91			
<i>Kirchneriella irregularis</i> var. <i>spiralis</i>				4,09			0,82							
<i>Monoraphidium arcuatum</i>			49,09	16,36	4,09	12,27	16,36		4,91	19,64		14,73	9,82	9,82
<i>Monoraphidium circinale</i>			20,45	24,54		8,18	10,64					4,91		0,98
<i>Monoraphidium contortum</i>			40,91	8,18	8,18	4,09	12,27							
<i>Monoraphidium griffithii</i>			20,45				6,55							
<i>Monoraphidium indicum</i>										4,91	4,91			
<i>Monoraphidium komarkovae</i>												4,91	9,82	
<i>Monoraphidium minutum</i>			8,18			12,27	4,09			29,45	29,45	9,82		13,74
<i>Monoraphidium nanum</i>				4,09			0,82							
<i>Monoraphidium pusillum</i>			12,27				2,45		4,91	4,91	4,91			2,95
<i>Monoraphidium tortile</i>			53,18	32,73		57,27	28,63			4,91				0,98
<i>Pectinodesmus regularis</i>			20,45	12,27			6,55							
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		4,09					0,82							
<i>Scenedesmus ecornis</i>			40,91	24,54	4,09		13,91					4,91		0,98
<i>Spermatozopsis</i> sp.		8,18					1,64							
<i>Sphaerocystis</i> sp.		4,09					0,82				4,91			0,98

TÁXONS IDENTIFICADOS	MESES/LOCAIS													
	MAIO/2020							OUT/2020						
	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)
<i>Stauridium tetras</i>									4,91					
<i>Tetraëdron minimum</i>			8,18		4,09	8,18	4,09							
<i>Tetrallantos</i> sp.			4,09				0,82							
<i>Tetrastrum triangulare</i>									4,91				9,82	
<i>Treubaria setigera</i>			4,09				0,82							
Trebouxiophyceae	3		8,18	4,09			2,45	1				4,91		0,98
<i>Acanthosphaera</i> sp.			4,09				0,82					4,91		0,98
<i>Crucigenia crucifera</i>				4,09			0,82							
<i>Oocystis</i> sp.			4,09				0,82							
EUGLENOZOA														
Euglenophyceae	4		8,18	12,27		253,62	54,81	1			4,91			0,98
<i>Euglena</i> cf. <i>caudata</i>			4,09			208,62	42,54				4,91			0,98
<i>Euglena</i> sp.				4,09			0,82							
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>volvocina</i>			4,09			45,00	9,82							
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>volvocinopsis</i>				8,18			1,64							
DENSIDADE TOTAL (ind./mL)		126,81	4.021,13	1.043,12	159,54	1.902,16			397,61	294,53	2.400,40	490,88	265,08	
RIQUEZA	72	7	50	40	12	21		41	8	15	12	27	11	
NÚMERO DE CLASSES	11	2	12	12	6	8		10	5	6	6	9	6	

Cianobactérias

As densidades de células de cianobactérias no mês de maio de 2020 (Tabela 4.4) apresentaram valores variando entre 26.172,09 cél./mL no RES e 122,72 cél./mL no BCO, enquanto em outubro de 2020 esses valores estiveram entre 402,52 cél./mL no local TVR e 0,00 cél./mL nos locais BAR e BCO, assim, todas as densidades registradas nos locais e meses a que se referem este relatório estiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n°. 357/2005, que é de 50.000 cél./mL para corpos de água da classe 2.

Tabela 4.4 – Densidades de células de cianobactérias (cél./mL) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020 (RIQ. = riqueza; DENS. MÉD. = densidade média).

TÁXONS IDENTIFICADOS	MESES/LOCAIS													
	MAIO/2020							OUT/2020						
	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)	RIQ.	MON	RES	TVR	JUS	BCO	DENS. MÉD. (ind./mL)
CYANOBACTERIA														
Cyanophyceae	12		26.172,09	179,99	6.189,18	122,72	6.532,79	5	68,72			402,52	19,64	98,18
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>			490,88				98,18							
<i>Aphanocapsa incerta</i>											98,18			19,64
<i>Chroococcus dispersus</i>				24,54			4,91		68,72					13,74
<i>Chroococcus</i> cf. <i>microscopicus</i>			73,63				36,82							
<i>Chroococcus minimus</i>			57,27				11,45				9,82			1,96
<i>Eucapsis</i> sp.			32,73	32,73			13,09							
<i>Komvophoron</i> sp.					274,07		54,81						19,64	3,93
<i>Microcystis</i> sp.				122,72			24,54							
cf. <i>Planktolyngbya</i> sp.			25.034,88		4.233,84		14.634,36							
cf. <i>Pseudanabaena catenata</i>			12,27		269,98		141,13							
cf. <i>Pseudanabaena galeata</i>					1.104,48		220,90							
<i>Pseudanabaena limnetica</i>			470,43			122,72	118,63				294,53			58,91
<i>Pseudanabaena</i> sp. 1					306,80		61,36							

Atributos da Comunidade

Os atributos da comunidade fitoplanctônica calculados para os diferentes locais (Figura 4.2) mostraram que a maior riqueza foi obtida para o RES ($S = 52$) e o menor valor desse atributo foi obtido para o local MON ($S = 13$), enquanto os maiores valores de equitabilidade e diversidade foram obtidos para o local JUS ($E = 0,74$ e $H' = 2,54$) e os menores valores desses atributos foram, respectivamente, verificados para o local BCO ($E = 0,50$) e MON ($H' = 1,55$), o que, em ambos os casos, pode ser atribuído às elevadas densidades registradas para o dinoflagelado *Ceratium furcoides*.

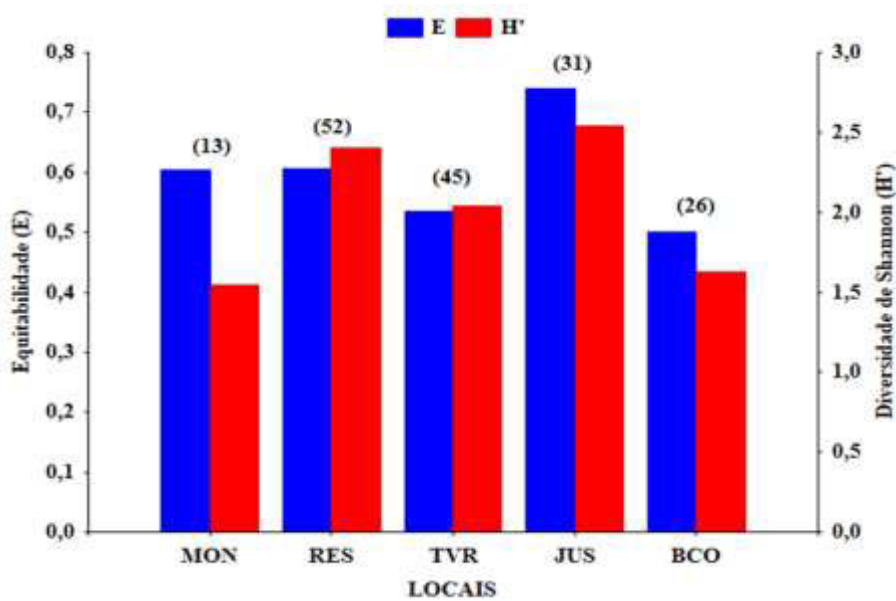


Figura 4.2 – Riqueza (S; valor entre parênteses), equitabilidade (E) e diversidade de Shannon (H') obtidos para os locais de coleta da comunidade fitoplanctônica na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020.

A análise temporal dos atributos, apresentada na figura 4.3, mostrou que os maiores valores para os três atributos analisados foram obtidos para o mês de maio de 2020 ($S = 72$; $E = 0,64$ e $H' = 2,73$).

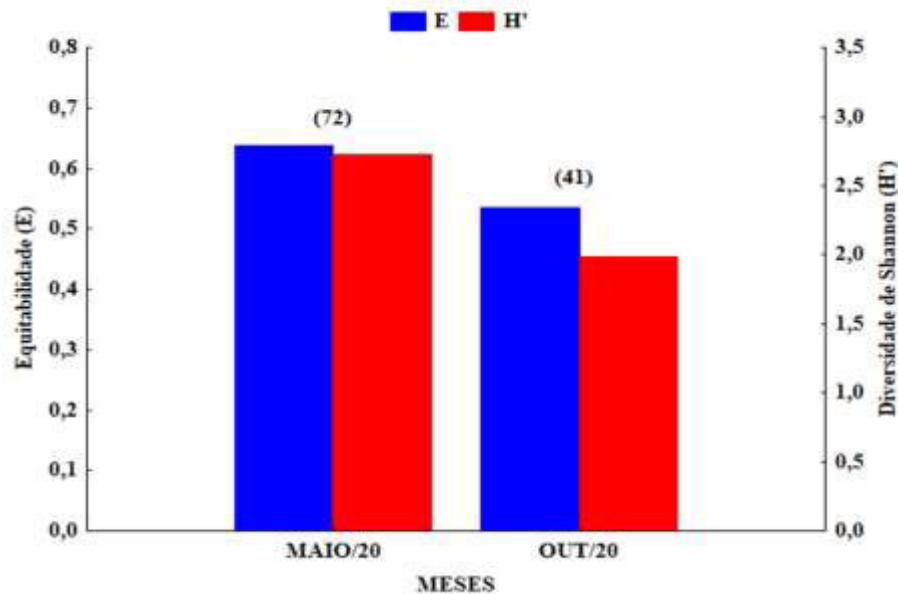


Figura 4.3 – Riqueza (S; valor entre parênteses), equitabilidade (E) e diversidade de Shannon (H') obtidas para os meses de coleta da comunidade fitoplancônica na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020.

Análises de Componentes Principais (PCA) e de Correlação Canônica (CCA)

A análise de correlação canônica (CCA) (Figura 4.4), para avaliar a relação entre a estrutura da comunidade fitoplancônica e os eixos da análise de componentes principais (PCA) aplicada aos dados abióticos resultou em dois eixos principais que explicaram 48,3% da variabilidade dos dados.

O eixo 1 contribuiu com 36,5% para a explicação dessa variabilidade e evidenciou distinção temporal entre os dados, tendo sido influenciado positivamente pelas classes Coscinodiscophyceae, Cryptophyceae e Dinophyceae e tido influência negativa das classes Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Synurophyceae, Conjugatophyceae e Trebouxiophyceae e dos parâmetros abióticos alcalinidade, clorofila, coliformes, condutividade, DBO, nitrato, oxigênio, pH e turbidez.

O eixo 2 contribuiu com 11,8% para a explicação da variabilidade dos dados, com influência positiva das classes Bacillariophyceae e Euglenophyceae e dos parâmetros abióticos fósforo, sólidos, temperatura do ar e da água e nitrogênio e com influência negativa das classes Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Cryptophyceae e Trebouxiophyceae, bem como do parâmetro abiótico cloretos.

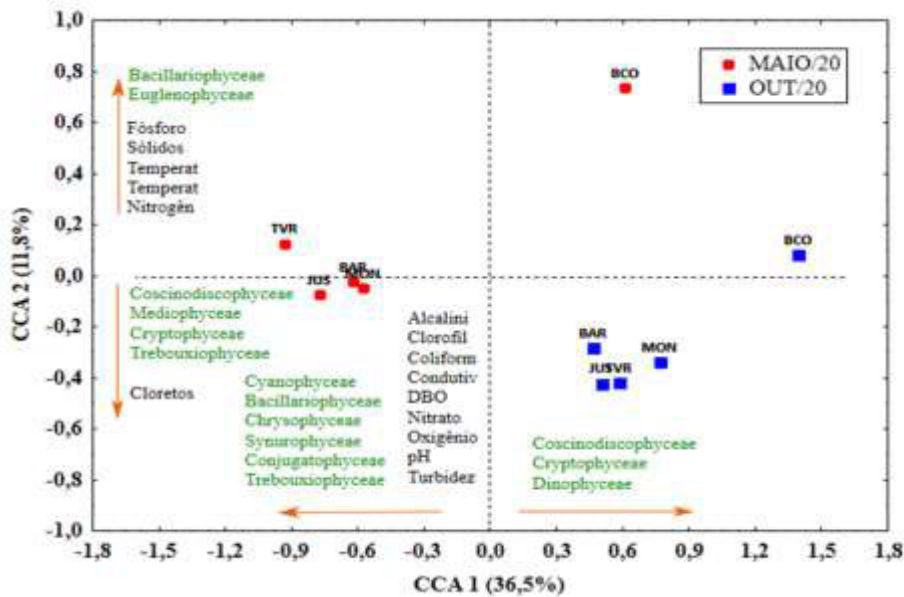


Figura 4.4 – Análise de correlação canônica (CCA) entre os escores da análise de componentes principais (PCA) aplicada aos dados bióticos e as densidades fitoplanctônicas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características da comunidade fitoplanctônica observadas no presente estudo mostraram padrão semelhante a outras regiões brasileiras, principalmente no que se refere a grupos indicadores de qualidade da água, como as cianobactérias, cujas densidades estiveram abaixo do limite estabelecido em legislação. Dessa forma, a qualidade da água se mostrou adequada nos locais amostrados, especialmente para o uso praticado, que é a dessedentação de animais. Os valores dos atributos da assembleia fitoplanctônica na área de influência da PCH Cantu 2 indicam variações espaciais e temporais comuns a esses organismos.

4.3.2 Zooplâncton

A comunidade zooplanctônica na área de influência da PCH Cantu 2, amostradas entre maio e outubro de 2020, foi composta por 69 espécies, os rotíferos apresentaram maior riqueza (35 espécies), seguidos pelas amebas testáceas (14 espécies), cladóceros (13 espécies) e copépodes (7 espécies) (Tabela 4.5).

A análise por local de amostragem mostrou maior riqueza no tributário Rio Branco (40 espécies), seguido pelo trecho de vazão reduzida (37 espécies), reservatório (29 espécies), jusante (27 espécies) e montante (25 espécies). Quanto aos meses analisados, a maior riqueza foi registrada em maio (63 espécies), e menor em outubro (41 espécies) (Tabela 4.5).

As amebas testáceas foram distribuídas em 5 famílias, sendo a maior riqueza observada para Arcellidae e Diffugiidae (4 espécies, cada) (Tabela 4.5). As espécies dessas famílias tem sido predominantes em estudos realizados em diversos rios e lagos tropicais (LANSAC-TÔHA et al., 2014; MAIA-BARBOSA et al., 2014; MATSUMURA-TUNDISI et al., 2015; ROSA et al., 2017; PICAPEDRA et al., 2017, 2018). A família Arcellidae com destaque no plâncton apresenta geralmente espécies pequenas, de baixa abundância e com conchas compostas de material endógeno secretado pela própria ameba, o que permite uma maior facilidade de ocupação do habitat planctônico (LANSAC-TÔHA et al., 2014). A família Diffugiidae apresenta espécies que se destacam no plâncton com mesmo tipo de morfologia, ou seja, com conchas esféricas. Esse tipo morfológico, em conjunto com os tipos de conchas de grande parte de Arcellidae (hemisférica), são típicos do plâncton (LANSAC-TÔHA et al., 2014). No entanto, estes autores também identificaram formas alongadas e achatadas, que neste estudo também foram observadas no plâncton, sendo essas espécies apontadas como típicas de macrófitas aquáticas da região litorânea e do sedimento.

Os rotíferos identificados pertenceram à 15 famílias, das quais Brachionidae (10 espécies) e Lecanidae (5 espécies) foram as predominantes (Tabela 4.5), sendo essas famílias apontadas como abundantes em diversos estudos em vários habitats aquáticos (LANSAC-TÔHA et al., 2009; LUCENA et al., 2015, PICAPEDRA et al., 2017, 2018, 2020). Entre os rotíferos, Brachionidae é considerado um dos mais importantes táxons de zooplâncton de água doce, cujas espécies geralmente têm hábitos planctônicos, enquanto que Lecanidae está relacionada com o bentos e perifíton, especialmente em lugares ricos em vegetação,

ocorrendo ocasionalmente no plâncton (ALMEIDA et al., 2009). O domínio dessas duas famílias é provavelmente devido à grande plasticidade dos organismos em relação às condições limnológicas e ao alimento disponível.

No caso dos microcrustáceos, os cladóceros foram representados por 6 famílias, sendo Daphniidae (4 espécies) e Bosminidae (3 espécies) as de maior riqueza (Tabela 4.5 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). As famílias Daphniidae e Bosminidae são tipicamente planctônicas e frequentemente registradas em ambientes de rios (LIMA et al., 1996).

Os copépodes foram representados pela família Diaptomidae (4 espécies) e Cyclopidae (3 espécies), porém, a maioria dos indivíduos encontrados era de formas jovens (náuplios e copepoditos) (Tabela 4.5). Essa predominância de estágios jovens de copépodes também foi relatada por outros autores (p.e., DOLE-OLIVIER et al., 2001; NOGUEIRA et al., 2008; LANSAC-TÔHA et al., 2009; PERBICHE-NEVES et al., 2012; PARANHOS et al., 2013; PICAPEDRA et al., 2020) e está frequentemente relacionada a três fatores: (i) predação de formas adultas por peixes planctívoros; (ii) fontes limitadas de alimentos devido ao aumento da descarga do rio que transporta recursos alimentares a jusante; (iii) reprodução limitada devido à dificuldade em encontrar um parceiro sexual. Além disso, os copépodes raramente desenvolvem adaptações morfológicas em resposta à instabilidade hidrológica dos rios, e as espécies com formato cilíndrico do corpo, como Cyclopoida, são comuns nos rios, pois são adaptadas para locomoção entre as partículas de sedimentos (DOLE-OLIVIER et al., 2001).

No que concerne à densidade média das espécies e dos grupos da comunidade zooplancônica, registrados entre os locais e meses de estudo (Tabela 4.5), a densidade média foi de 64.367 org/m³, impulsionado pelos microcrustáceos, em especial os copépodes (36.152 org/m³), estando os náuplios de Calanoida e Cyclopoida (17.783 e 8.948 org/m³, respectivamente) entre os organismos predominantes. Os copépodes foram acompanhados dos rotíferos (21.065 org/m³), sobressaindo *K. cochlearis* (9.283 org/m³) e *C. unicornis* (6.984 org/m³). Os cladóceros, responderam pela densidade média de 6.877 org/m³, destacando-se *B. cf. freyi* e *D. spinulosum* (6.098 e 287 org/m³, respectivamente). As amebas testáceas, por sua vez, apresentaram menor densidade média (273 org/m³), destacando-se *A. megastoma* (66 org/m³) e *A. costata* (37 org/m³).

Tabela 4.5 – Riqueza e densidade (org/m³) da comunidade zooplanctônica (Amebas testáceas, Rotifera, Cladocera e Copepoda), registrada nos locais da área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, em maio e outubro de 2020. (MON) Montante; (RES) Reservatório; (TVR) Trecho de vazão reduzida; (JUS) Jusante e (BCO) Rio Branco; (*) organismos jovens não incluídos na riqueza.

GRUPOS TAXOXÔMICOS	RIQUEZA	LOCAIS DE AMOSTRAGEM					MESES		DENSIDADE MÉDIA (org/m ³)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	MAIO	OUTUBRO	
AMEBAS TESTACEAS	14	288	13	96	488	479	333	213	273
Arcellidae									
<i>Arcella costata</i> Ehrenberg, 1847		63			38	83	40	33	37
<i>Arcella hemisphaerica gibba</i> Deflandre, 1928					125		50		25
<i>Arcella megastoma</i> Pénard, 1902		150			56	125	71	62	66
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830			13		13	83	10	33	22
Centropyxidae									
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1830)		6		75		83	25	41	33
<i>Centropyxis platystoma</i> Pénard, 1890		6					3		1
<i>Centropyxis gibba</i> (Deflandre, 1929)		6					3		1
Diffugiidae									
<i>Diffugia brevicolla</i> Cash & Hopkinson, 1909					81	21	33	8	20
<i>Diffugia corona</i> Wallich, 1864					25	21	18		9
<i>Diffugia penardi</i> Hopkinson, 1909						42		17	8
<i>Diffugia</i> sp.		19			38		23		11
Euglyphidae									
<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrenberg, 1841)					6		3		1
Lesquereusidae									
<i>Lesquereusia spiralis</i> (Ehrenberg, 1840)				21	6		11		5
<i>Netzelia oviformis</i> (Cash, 1909)		38			100	21	45	18	32
ROTIFERA	35	2.713	53.500	11.575	2.956	34.583	11.013	31.118	21.065
Asplanchnidae									
<i>Asplanchna sieboldi</i> (Leydig, 1854)			38	13		854	357	5	181
Brachionidae									
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894		19	525	542		229	526		263
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898			396	13		3.583		1.597	798
<i>Brachionus dolabratus</i> (Harring, 1915)		25				21	10	8	9
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)		94		1.858	19		526	263	394
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943		469	913	63	369	583	628	330	479
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)		1.494	28.758	3.883	1.594	10.688	1.329	17.238	9.283
<i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953)		188	1.271	108	556	271	193	764	479
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)		125	250	50	88	104	118	128	123
<i>Platylabus quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)						21		8	4
<i>Platylabus patulus</i> (Müller, 1786)		6					3		1
Collotheidae									
<i>Collothea</i> sp.			25	100		63	35	40	38

GRUPOS TAXOXÔMICOS	RIQUEZA	LOCAIS DE AMOSTRAGEM					MESES		DENSIDADE MÉDIA (org/m ³)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	MAIO	OUTUBRO	
Conochilidae									
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892			17.808	3.546	44	13.521	6.476	7.492	6.984
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikow, 1914)			13	125		2.917	72	1.150	611
<i>Conochilus dossuarius</i> Hudson, 1885			2.083	792		1.500	317	1.433	875
Euchlanidae									
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832		31		21	38	21	36	8	22
Lecanidae									
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)		13			38		15	5	10
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)					6		3		1
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		50	21	13	19		13	28	20
<i>Lecane</i> sp.				13				5	3
<i>Lecane signifera</i> (Jennings, 1896)		6			6		5		3
Lepadellidae									
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)		81	21		50	63	50	36	43
Hexarthridae									
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)			33	146			63	8	36
Gastropodidae									
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850				50				20	10
Notommatidae									
<i>Cephalodella</i> sp.		6			25		13		6
<i>Monommata</i> sp.					13		5		3
Philodinidae									
<i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)		19		21			11	5	8
Synchaetidae									
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893			63				25		13
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925		13	963	125	88	83	100	408	254
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)			25				10		5
Testudinellidae									
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)				21			8		4
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851				25	6		3	10	6
Trichocercidae									
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)		75				63	55		28
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)			283	50			5	128	67
Trochosphaeridae									
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)			13				5		3
CLADOCERA	13	6	11.525	12.746	25	10.083	12.414	1.340	6.877
Bosminidae									
<i>Bosmina</i> cf. <i>freyi</i> De Melo & Hebert, 1994			10.904	11.958		7.625	11.328	867	6.098
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904			563	363		63		395	198
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895		6		21			11		5

GRUPOS TAXOXÔMICOS	RIQUEZA	LOCAIS DE AMOSTRAGEM					MESES		DENSIDADE MÉDIA (org/m ³)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	MAIO	OUTUBRO	
Chydoridae									
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910				21			8		4
<i>Coronatella poppei</i> (Richard, 1897)				21			8		4
Daphniidae									
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967			21	217	25	188	127	53	90
<i>Daphnia laevis</i> (Birge, 1878)				13		63	25	5	15
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Dadayi, 1902				71			8	20	14
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)				21		21	17		8
Ilyocryptidae									
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882				21			8		4
Moinidae									
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899				21		104	50		25
Sididae									
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981						625	250		125
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1975			38			1.396	573		287
COPEPODA	7	469	30.604	15.313	1.581	132.792	30.718	41.586	36.152
náuplio de Cyclopoida*		331	11.100	8.575	1.356	23.375	1.012	16.883	8.948
náuplio de Calanoida*		19	8.688	50	94	80.063	17.979	17.586	17.783
copepodito de Cyclopoida*		113	9.463	5.850	125	7.063	2.991	6.054	4.523
copepodito de Calanoida*		6	467	175	6	7.896	3.114	306	1.710
Cyclopidae									
<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars G.O., 1863)			67			229	102	17	59
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)			117	250		2.396	963	142	553
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowdes, 1934)			254	413		2.646	1.043	282	663
Diaptomidae									
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> (Wright, 1935)			221			2.167	847	108	478
<i>Notodiaptomus deitersi</i> (Poppe, 1981)			229			3.000	1.083	208	646
<i>Notodiaptomus oliveirai</i> Matsumura-Tundisi et al., 2010						3.688	1.475		738
<i>Notodiaptomus iheringi</i> (Wright, 1935)						271	108		54
Densidade (org/m³)		3.475	95.642	39.729	5.050	177.938	54.477	74.257	64.367
RIQUEZA	69	25	29	37	27	40	63	41	

Entre os locais amostrados a maior densidade média foi encontrada no rio Branco (177.938 org/m³), seguido do reservatório (95.642 org/m³), enquanto os menores valores foram encontrados no trecho de vazão reduzida (39.729 org/m³), na jusante (5.050 org/m³) e montante (3.475 org/m³). Quanto à densidade média entre os meses, foi registrado maior valor em outubro (74.257 org/m³), e menor em maio (54.477 org/m³) (Tabela 4.5)

A análise dos atributos da comunidade zooplancônica (equitabilidade, diversidade e riqueza) quando analisados entre os locais de amostragem, apontou os maiores atributos no Branco (E=0,76; H'=2,81 e S=40) e no trecho de vazão reduzida (E=0,77; H'=2,78 e S=37), indicando que nestes locais as espécies encontraram-se melhor distribuídas, logo os menores valores foram registrados na montante (E=0,75; H'=2,43 e S=25) e Jusante (E=0,76; H'=2,48 e S=27, indicando o predomínio de algumas espécies, neste caso de rotíferos, em especial *Keratella cochlearis* (Figura 4.5 A).

A análise temporal (Figura 4.5 B) mostrou maior riqueza e diversidade de espécies em maio (S=63 e H'=3,00), porém com menor equitabilidade (E=0,72), já o menor valor de riqueza e diversidade foi obtidos em outubro (S=41 e H'=2,71), acompanhado da maior equitabilidade (E = 0,73).

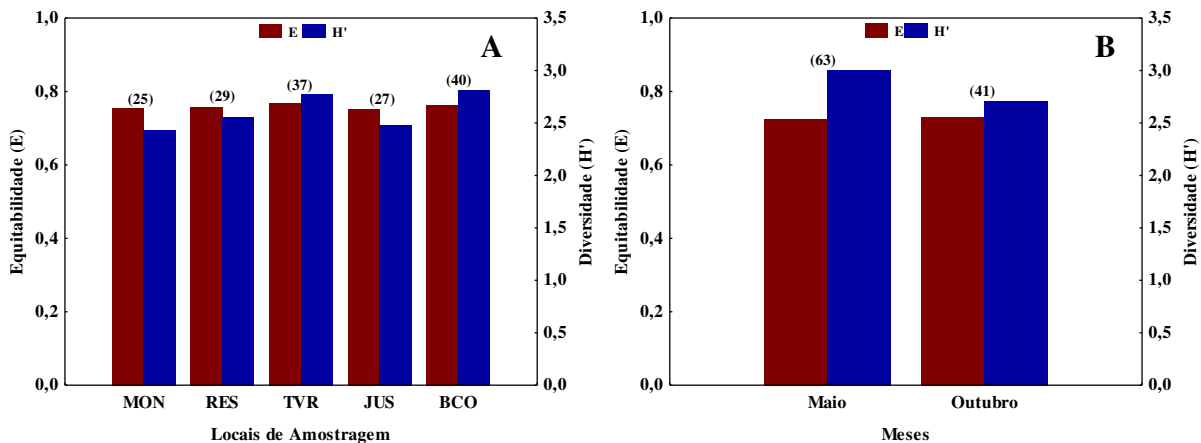


Figura 4.5 – Atributos da comunidade zooplancônica (Equitabilidade (E) e índice de Diversidade de Shannon (H') e riqueza (S) entre parênteses), registrada na área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, entre maio e outubro de 2020. (MON) Montante; (RES) Reservatório, (TVR) Trecho de vazão reduzida; (JUS) Jusante e (BCO) Rio Branco.

A relação entre a densidade da comunidade zooplancônica e as variáveis físicas, químicas e biológicas da água foi sumarizada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA), e não apresentou correlação significativa (p=0,253 - teste de Monte Carlo) entre espécies-ambiente, sendo que o primeiro eixo (CC1) explicou 37,5% de variabilidade

dos dados, e o eixo 2 (CC2) explicou 9,7% desta variabilidade, totalizando 47,2%. A baixa porcentagem de explicação encontra é esperada devido à complexidade dos fatores que atuam na determinação da estrutura da comunidade em análises de dados ecológicos, no entanto, percebe-se uma separação entre os meses, com maior similaridade entre os locais de outubro porém, tais variações não foram associadas com as variáveis físicas, químicas e biológicas da água (Figura 4.6).

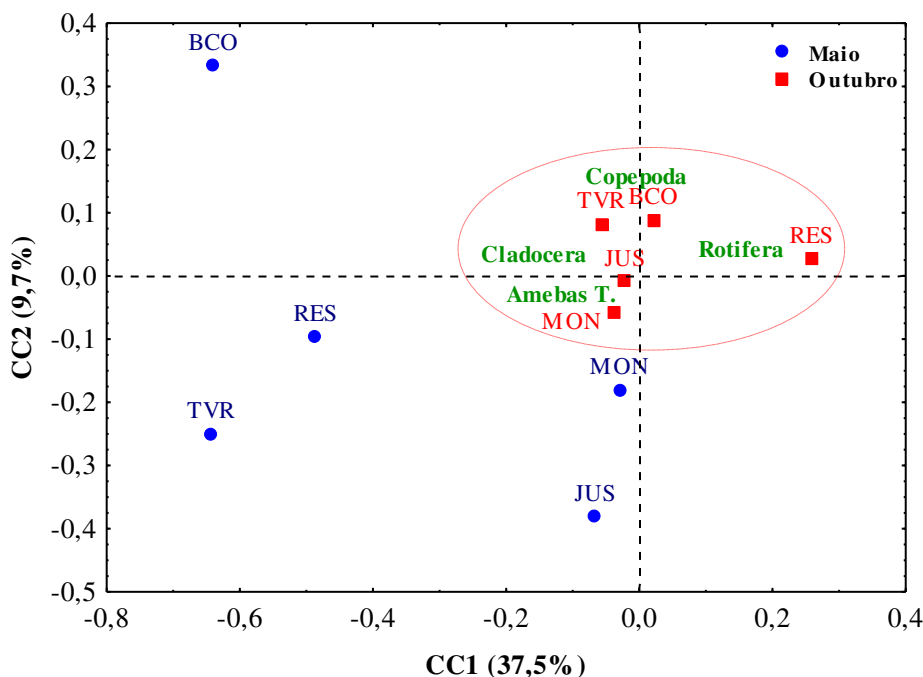


Figura 4.6 – Resultado da Análise de Correlação Canônica (CC1 e CC2) obtidos nos locais amostrados em maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período a que se refere este relatório (maio e outubro de 2020) foi registrado um total de 69 espécies na área de influência da PCH Cantu 2. Em períodos anteriormente analisados foram obtidos os seguintes registros: (1) Fase pré-enchimento - entre outubro de 2013 a abril de 2015 (INEO, 2015), 78 espécies; (2) Fase pós-enchimento – abril a outubro de 2016 (INEO, 2016), 71 espécies; janeiro a outubro de 2017 (INEO, 2017), 105 espécies; abril a outubro de 2018 (INEO, 2018), 91 espécies, e abril a outubro de 2019 (INEO, 2019), 78 espécies.

Apesar da diferenças na duração dos períodos citados, é possível inferir sobre uma variação temporal na riqueza da comunidade zooplancônica tomando-se como base o maior

número de espécies registrados (105), que aponta a potencial composição dessa comunidade. De modo geral, observando-se os registros espaciais e temporais das densidades zooplanctônica, houve aumento dessa comunidade imediatamente após o enchimento do reservatório, principalmente no pontos que foram alagados, em especial ao tributário rio Branco e o ponto do reservatório. O local do trecho de vazão reduzida e jusante também apresentaram aumento na densidade, onde os organismos provenientes do reservatório, estão sendo exportados para jusante do barramento, contribuindo para o aumento da abundância dos grupos zooplanctônicas nestes locais. Enquanto os pontos com menor abundância foram àqueles localizados a montante do reservatório.

A análise de correspondência canônica (CCA), não indicou relação de significância entre a densidade da comunidade zooplanctônica com as variáveis físicas e químicas da água, porém, nota-se uma separação entre os meses, com maior similaridade entre os locais de outubro, quando foi registrada a maior densidade.

4.3.3 Macroinvertebrados Bentônicos

Os resultados obtidos, sobre o material coletado da comunidade bentônica nos meses de maio e outubro de 2020, resultaram no registro de 6.185 indivíduos, totalizando 83 táxons, que foram enquadrados entre 44 famílias, 15 ordens, sete classes e três filos. A proporção entre os grupos (Figura 4.11) indicou, em número de indivíduos, predominância da ordem Ephemeroptera (41,5%), seguido de Diptera (38,5%), Hemiptera (8,6%), Trichoptera (3,3%) e Unionoidea (3,2%). As ordens Coleoptera, Odonata, Basommatophora, Podocopida, Acari, Mesogastropoda, Rhynchobdellida, Oligochaeta, Veneroidea, Lepidoptera e Plecoptera, não alcançaram abundância relativa superior a 2,0% e foram agrupados na categoria outros, contribuindo com 4,9% do total de indivíduos capturados.

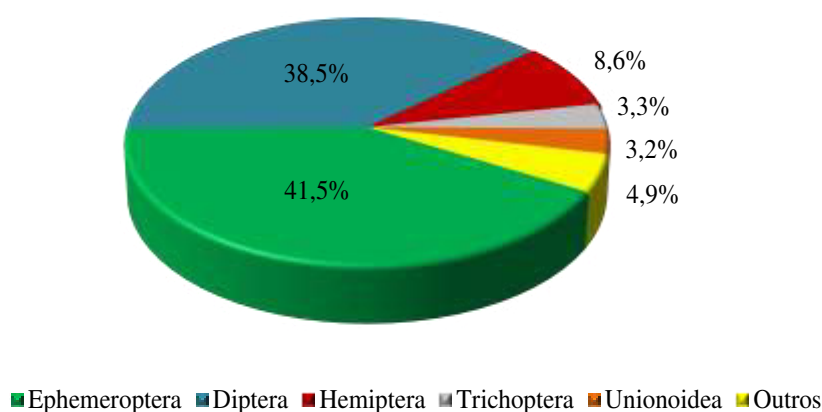


Figura 4.7 – Abundância relativa dos grupos de macroinvertebrados bentônicos capturados nos locais amostrados nos meses de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

O número de organismos bentônicos capturados e a avaliação da qualidade da água utilizando-se o índice BMWP, estão apresentados na Tabela 4.5. A maior ocorrência foi registrada no local BCO onde foram capturados 2.406 indivíduos, seguido do local TVR (1.208 indivíduos), MON (1.171 indivíduos) e JUS (1.045), a menor captura foi registrada no local RES, onde foram capturados 355 indivíduos.

Entre os locais amostrados, os indivíduos da família Chironomidae (ordem Diptera) foram os mais representativos nos locais RES, TVR e BCO (292 indivíduos, 82,2%, 959 indivíduos, 79,4% e 719 indivíduos, 29,9%, respectivamente), enquanto que, os indivíduos das famílias Leptophlebiidae e Leptohiphidae (ordem Ephemeroptera), foram os

mais abundantes nos locais MON e JUS, (373 indivíduos, 31,8% e 332 indivíduos, 31,8%, respectivamente) do total de indivíduos capturados.

Avaliando a qualidade da água utilizando o índice BMWP (Tabela 4.6), no local MON a pontuação obtida foi superior a 150 pontos, classificando as águas como sendo de classe I. No local RES, as águas foram consideradas de classe IV, com pontuação entre 61 e 100 pontos. No local TVR, a pontuação obtida foi entre 36 e 60 pontos, sendo enquadradas na classe V. Nos locais JUS e BCO, as águas foram consideradas como sendo de classe II, visto que a pontuação obtida foi entre 121 e 150 pontos. Considerando todo o trecho avaliado, a pontuação obtida foi superior a 150 pontos, qualificando as águas como sendo classe I, águas de ótima qualidade.

Tabela 4.6 – Ocorrência de macroinvertebrados bentônicos nos locais amostrados nos meses de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

Grupos Taxonômicos	Locais										Total	
	MON		RES		TVR		JUS		BCO			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Filo Mollusca												
Classe Bivalvia												
Ordem Unionoidea												
Corbiculidae	1	-	1	-			77	-	1	-	80	-
<i>Corbicula</i> sp.	1		2				118				121	
Classe Gastropoda												
Ordem Basommatophora												
Ancylidae	2	7					3	7	3	7	8	7
Physidae									6	3	6	3
<i>Physa</i> sp.									16		16	
Ordem Mesogastropoda												
Ampullariidae							3	-			3	-
<i>Pomacea</i> sp.							1				1	
Hydrobiidae					2	3					2	3
Thiaridae								7				7
<i>Aylacostoma</i> sp.							5				5	
Ordem Veneroidea												
Sphaeriidae		3	1	3				3			1	3
<i>Pisidium</i> sp.	1		1				2				4	
Filo Annelida												
Classe Oligochaeta	1	1					9	1			10	1
Classe Hirudinea												
Ordem Rhynchobdellida												
Glossiphonidae	2	3					2	3	3	3	7	3
<i>Helobdella</i> sp.	2								2		4	
Filo Arthropoda												
Classe Chelicerata												
Ordem Acari												
Arrenuridae	9	-							7	-	16	-
Classe Ostracoda												
Ordem Podocopida												
Cyplididae			1	3	10	3	3	3	4	3	18	3
Classe Insecta												
Ordem Coleoptera												

Grupos Taxonômicos	Locais										Total	
	MON		RES		TVR		JUS		BCO		N	B
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
Dytiscidae	1	4							8	4	9	4
Elmidae	12	6					10	6	4	6	26	6
<i>Heterelmis</i> sp.	4								3		7	
<i>Hexacylloepus</i> sp.	1						1				2	
<i>Microcyllloepus</i> sp.	2						3		2		7	
<i>Neoelmis</i> sp.	9						10		14		33	
<i>Xenelmis</i> sp.									1		1	
Psephenidae		7						7		7		7
<i>Psephenus</i> sp.	20						2		3		25	
Ordem Diptera												
Ceratopogonidae	3	4					2	4	9	4	14	4
<i>Atrichopogon</i> sp.									2		2	
Culicidae									4	2	4	2
Chironomidae	115	2	292	2	959	2	214	2	719	2	2299	2
Empididae						4						4
<i>Hemerodromia</i> sp.					1						1	
Psychodidae			1	4							1	4
Simuliidae						5						5
<i>Simulium</i> sp.					58						58	
Syrphidae							1	1			1	1
Tipulidae	1	5									1	5
Ordem Ephemeroptera												
Baetidae	113	5	1	5	1	5	19	5	9	5	143	5
<i>Baetodes</i> sp.	11						1		4		16	
<i>Camelobaetidius</i> sp.	23				1		5		5		34	
Caenidae	28	5		5				5	35	5	63	5
<i>Caenis</i> sp.	178		39				31		182		430	
Leptohyphidae	85	6	2	6	1	6	138	6	38	6	264	6
<i>Leptohyphes</i> sp.	71						151		45		267	
<i>Tricorythodes</i> sp.	21		4				24		28		77	
<i>Tricorythopsis</i> sp.	7		1				19		18		45	
Leptophlebiidae	145	10	1	10		10	69	10	286	10	501	10
<i>Askola</i> sp.	215		1				1		369		586	
<i>Hagenulopsis</i> sp.	9						9		6		24	
<i>Hydrosmilodon</i> sp.									2		2	
<i>Hylister</i> sp.	4				1		7		9		21	
<i>Massartella</i> sp.							2				2	
<i>Thraulodes</i> sp.									12		12	
Oligoneuriidae	1	6					1	6			2	6
Polymitarciidae		6				6	27	6			27	6
<i>Campsurus</i> sp.	7				2		40				49	
Ordem Hemiptera												
Corixidae										4		4
<i>Tenagobia</i> sp.									4		4	
Naucoridae		4						4		4		4
<i>Cryphocricos</i> sp.	1						8		2		11	
Notonectidae		4		4						4		4
<i>Buenoa</i> sp.	4		4						507		515	
Vellidae									2	4	2	4
Ordem Lepidoptera												
Pyralidae	2	7									2	7
Ordem Odonata												
Calopterygidae			1	8			2	8	16	8	19	8
<i>Hetaerina</i> sp.									4		4	
Coenagrionidae	4	6					9	6			13	6
Corduliidae	23	8							1	8	24	8
Gomphidae		8					3	8		8	3	8

Grupos Taxonômicos	Locais										Total	
	MON		RES		TVR		JUS		BCO			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Aphylla</i> sp.	1								1		2	
<i>Archaeogomphus</i> sp.							1		1		2	
<i>Cyanogomphus</i> sp.	2										2	
<i>Epigomphus</i> sp.							2				2	
<i>Gomphoides</i> sp.	1						1				2	
Libellulidae	7	8		8					4	8	11	8
<i>Orthemis</i> sp.	1		1								2	
Megapodagrionidae	2	10							1	10	3	10
Ordem Plecoptera												
Perlidae								10				10
<i>Anacroneuria</i> sp.							1				1	
Ordem Trichoptera												
Hydroptilidae					8	7					8	7
<i>Hydroptila</i> sp.					2						2	
Hydropsychidae					71	5		5	1	5	72	5
<i>Hydropsyche</i> sp.					7						7	
<i>Smicridea</i> sp.					84						84	
<i>Synoestropsis</i> sp.							3				3	
Leptoceridae	4	10					2	10	2	10	8	10
<i>Oecetis</i> sp.	4						1				5	
<i>Triplectides</i> sp.	4						1				5	
Polycentropodidae	3	7	1	7				7			4	7
<i>Cynellus</i> sp.	3						1				4	
Sericostomatidae									1	10	1	10
Total de organismos	1171		355		1208		1045		2406		6185	
Classe/Índice BMWP	I	152	IV	65	V	56	II	140	II	150	I	232

A tabela 4.7 apresenta a ocorrência temporal da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e a avaliação da qualidade da água utilizando-se o índice BMWP. A maior captura ocorreu no mês de maio (3.108 indivíduos), e a menor em outubro (3.077 indivíduos). Entre os grupos taxonômicos com maior ocorrência, os indivíduos da família Chironomidae foram os mais abundantes no mês de maio, apresentando o registro de 1.398 indivíduos, 45,0% dos indivíduos registrados, enquanto que, no mês de outubro houve predomínio de indivíduos da família Leptophlebiidae com registro de 926 indivíduos, 30,1% do total capturado. A classificação das águas do rio Cantu no trecho que compreende a área de influência da PCH Cantu 2 foi enquadrada na classe I, águas de ótima qualidade nos dois meses avaliados.

As variações temporais verificadas para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, tanto em relação à captura de organismos, como à abundância dos grupos taxonômicos, possivelmente estão relacionadas a variações pontuais, visto que, segundo Jonasson (1996) e Brosse et al. (2003), a distribuição e diversidade de macroinvertebrados bentônicos são afetadas por diversos fatores bióticos e abióticos, como velocidade da corrente, tipo de substrato, oxigênio dissolvido, luminosidade, temperatura da água, matéria

orgânica dissolvida, entre outros. Ainda segundo esses autores, esses fatores atuam em diferentes escalas temporais e espaciais, de modo que quaisquer alterações dos mesmos podem refletir diretamente na composição dos macroinvertebrados.

Tabela 4.7 – Ocorrência mensal e índice biológico de macroinvertebrados bentônicos amostrados nos meses de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

Grupos Taxonômicos	Maio		Outubro	
	N	BMWP	N	BMWP
Filo Mollusca				
Classe Bivalvia				
Ordem Unionoidea				
Corbiculidae	78	-	2	-
<i>Corbicula</i> sp.	112		9	
Classe Gastropoda				
Ordem Basommatophora				
Ancylidae	4	7	4	7
Physidae	8	3	6	3
<i>Physa</i> sp.			8	
Ordem Mesogastropoda				
Ampullariidae			3	-
<i>Pomacea</i> sp.			1	
Hydrobiidae			2	3
Thiaridae		7		7
<i>Aylacostoma</i> sp.	2		3	
Ordem Veneroidea				
Sphaeriidae	1	3		3
<i>Pisidium</i> sp.	2		2	
Filo Annelida				
Classe Oligochaeta	9	1	1	1
Classe Hirudinea				
Ordem Rhynchobdellida				
Glossiphonidae	4	3	3	3
<i>Helobdella</i> sp.	3		1	
Filo Arthropoda				
Classe Chelicerata				
Ordem Acari				
Arrenuridae	9	-	7	-
Classe Ostracoda				
Ordem Podocopida				
Cyplididae	11	3	7	3
Classe Insecta				
Ordem Coleoptera				
Dytiscidae	6	4	3	4
Elmidae	14	6	12	6
<i>Heterelmis</i> sp.	1		6	
<i>Hexacylloepus</i> sp.	2			
<i>Microcyloepus</i> sp.	3		4	
<i>Neelmis</i> sp.	7		26	
<i>Xenelmis</i> sp.			1	
Psephenidae		7		7
<i>Psephenus</i> sp.	15		10	
Ordem Diptera				
Ceratopogonidae	8	4	6	4
<i>Atrichopogon</i> sp.			2	
Culicidae	3	2	1	2
Chironomidae	1398	2	901	2

Grupos Taxonômicos	Maio		Outubro	
	N	BMWP	N	BMWP
Empididae				4
<i>Hemerodromia</i> sp.			1	
Psychodidae			1	4
Simuliidae		5		5
<i>Simulium</i> sp.	27		31	
Syrphidae	1	1		
Tipulidae	1	5		
Ordem Ephemeroptera				
Baetidae	61	5	82	5
<i>Baetodes</i> sp.	1		15	
<i>Camelobaetidius</i> sp.	11		23	
Caenidae	1	5	62	5
<i>Caenis</i> sp.	61		369	
Leptohyphidae	125	6	139	6
<i>Leptohyphes</i> sp.	142		125	
<i>Tricorythodes</i> sp.	28		49	
<i>Tricorythopsis</i> sp.	14		31	
Leptophlebiidae	106	10	395	10
<i>Askola</i> sp.	91		495	
<i>Hagenulopsis</i> sp.	16		8	
<i>Hydrosmilodon</i> sp.			2	
<i>Hylister</i> sp.	7		14	
<i>Massartella</i> sp.	2			
<i>Thraulodes</i> sp.			12	
Oligoneuriidae	2	6		
Polymitarciidae	27	6		6
<i>Campsurus</i> sp.	48		1	
Ordem Hemiptera				
Corixidae		4		
<i>Tenagobia</i> sp.	4			
Naucoridae				4
<i>Cryphocricos</i> sp.			11	
Notonectidae		4		4
<i>Buenoa</i> sp.	512		3	
Vellidae	1	4	1	4
Ordem Lepidoptera				
Pyralidae	2	7		
Ordem Odonata				
Calopterygidae	17	8	2	8
<i>Hetaerina</i> sp.	4			
Coenagrionidae	13	6		
Corduliidae	24	8		
Gomphidae	3	8		8
<i>Aphylla</i> sp.	2			
<i>Archaeogomphus</i> sp.	2			
<i>Cyanogomphus</i> sp.	2			
<i>Epigomphus</i> sp.	2			
<i>Gomphoides</i> sp.	1		1	
Libellulidae	10	8	1	8
<i>Orthemis</i> sp.	2			
Megapodagrionidae	2	10	1	10
Ordem Plecoptera				
Perlidae				10
<i>Anacroneuria</i> sp.			1	
Ordem Trichoptera				
Hydroptilidae	1	7	7	7
<i>Hydroptila</i> sp.	2			
Hydropsychidae	7	5	65	5

Grupos Taxonômicos	Maio		Outubro	
	N	BMWP	N	BMWP
<i>Hydropsyche</i> sp.	1		6	
<i>Smicridea</i> sp.	7		77	
<i>Synoestropsis</i> sp.	3			
Leptoceridae	2	10	6	10
<i>Oecetis</i> sp.	2		3	
<i>Triplectides</i> sp.			5	
Polycentropodidae	4	7		
<i>Cyrnellus</i> sp.	4			
Sericostomatidae			1	10
Total de organismos	3108		3077	
Classe/Índice BMWP	I	197	I	188

Os resultados obtidos para os atributos de comunidade de macroinvertebrados bentônicos (riqueza “S”, equitabilidade “E” e diversidade “H’”) (Figura 4.8) revelaram que os maiores índices ocorreram no local MOM (S=49, E=0,69 e H’=2,68), seguido do local JUS (S=47, E=0,69 e H’=2,65) e BCO (S=48, E=0,55 e H’=2,15), indicando melhor homogeneidade na distribuição dos grupos taxonômicos ali presentes. Os menores índices verificados para os atributos em questão foram registrados no local RES (S=18, E=0,26 e H’=0,76) e TVR (S=15, E=0,31 e H’=0,84), baixos índices de equitabilidade indicam predomínio de algum grupo taxonômico, como por exemplo, de indivíduos da família Chironomidae constatados nas amostragens desses locais.

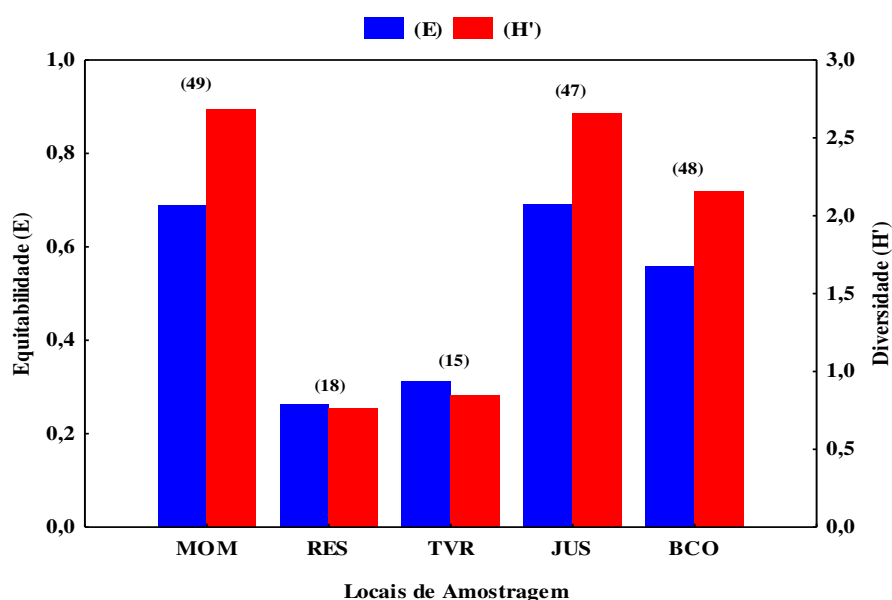


Figura 4.8 – Atributos da assembleia da comunidade de macroinvertebrados bentônicos amostrados nos meses de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

Entre os meses amostrados, a estrutura da assembleia de macroinvertebrados bentônicos (Figura 4.9) apresentou pequena diferença entre si, no mês de maio ($S=69$, $E=0,53$ e $H'=2,26$) e no mês de outubro ($S=61$, $E=0,59$ e $H'=2,44$).

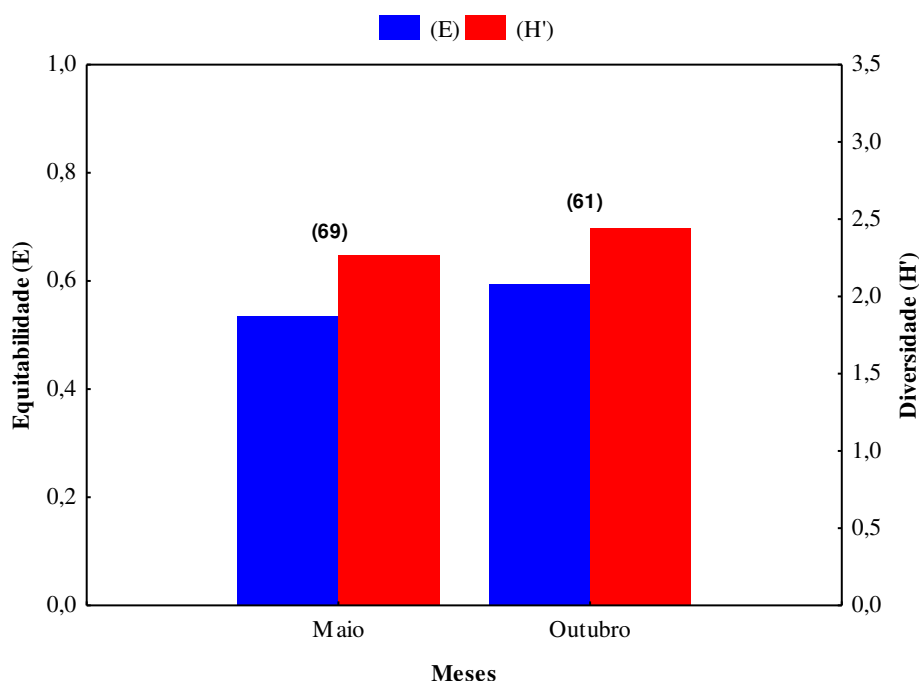


Figura 4.9 – Atributos da assembleia da comunidade de macroinvertebrados bentônicos amostrados nos meses de maio e outubro 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

A relação entre a abundância e distribuição da comunidade bentônica e os eixos dos componentes principais (PCA) das variáveis físicas e químicas da água, foi sumarizada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos cinco locais de amostragem, nos meses de maio e outubro de 2020. Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 32,8% da variabilidade dos dados, sendo que o primeiro eixo da CCA foi responsável por 23,1%, enquanto o segundo eixo foi responsável por 9,7%. A análise da CCA revelou que não houve correlação significativa ($p=0,24$ -Teste de Monte Carlo), indicando que os parâmetros físicos e químicos da qualidade da água, não tiveram influência na abundância e distribuição da comunidade bentônica (Figura 4.10). Porém são vários os fatores que pode influenciar na distribuição desses organismos, segundo Bispo; Oliveira (1998), a distribuição dos organismos aquáticos, notadamente os insetos, é diretamente influenciada por disponibilidade de alimentos e Vannote et al., (1980), comentam que um fator importante na distribuição e disponibilidade de alimentos, para os insetos aquáticos é a associação entre o ambiente lótico e a vegetação marginal e Jonasson (1996) e Brosse et al. (2003), preconizam, que a distribuição e diversidade de macroinvertebrados bentônicos são afetadas por diversos fatores

bióticos e abióticos como velocidade da corrente, tipo de substrato, oxigênio dissolvido, luminosidade, temperatura da água, matéria orgânica dissolvida, entre outros. Fatores esses que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais.

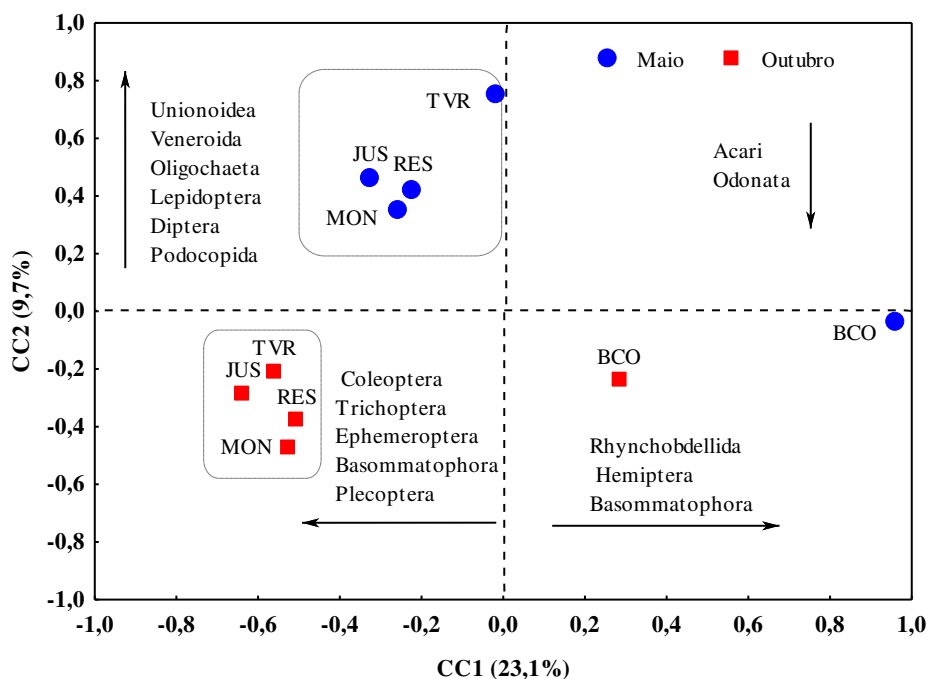


Figura 4.10 – Análise de correspondência canônica aplicada aos dados da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e os eixos da análise de componentes principais da qualidade da água amostrados nos cinco locais de coleta nos meses de maio e outubro 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos continua mantendo o predomínio de famílias indicadoras de ambientes bem preservados, visto que, na presente análise foram registrados 83 táxons, sendo os indivíduos da ordem Ephemeroptera os mais representativos, seguido de Diptera, Hemiptera e Trichoptera, enquanto que, no período de maio a outubro de 2019 (INEO, 2019), foram registrados 72 táxons, sendo os indivíduos das ordens Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera os mais abundantes.

Análise de Correspondência Canônica (CCA), conforme registrado no período anterior, também, não apresentou correlação significativa, demonstrando que a distribuição espacial e temporal da comunidade bentônica, não está sendo influenciada pelas variáveis físicas e químicas da água. Essa qualidade ambiental foi também confirmada pelo índice

BMWP. Diante desses resultados, concluímos que, as alterações promovidas pelo represamento não afetaram expressivamente esses organismos.

4.3.4 Macrófitas Aquáticas

Após o enchimento do reservatório da PCH Cantu 2, pequenos bancos de macrófitas flutuantes começaram a se formar, principalmente na área central do reservatório, nas margens onde houve concentração de galhadas que não foram suprimidas no desmatamento pré-enchimento. Entretanto, neste período não foram observados bancos de macrófitas na área de influência da PCH Cantu 2 (Figura 4.11). Pela mudança no grau de trofia registrado no Capítulo 2, espera-se que ocorra aumento na densidade de *E. crassipes* no ambiente, o que ainda não foi observado. Entretanto, o monitoramento deve permanecer, pois a proliferação demasiada pode acarretar em prejuízos ambientais, tais como mudanças no grau de trofia da água e disseminação de agentes patogênicos (moscas, pernilongos, caramujos, etc).



Figura 4.11 – Varredura para mapeamento de bancos de macrófitas na área de influência da PCH Cantu 2 em 2020.

4.4 REFERÊNCIAS

Agostinho, A.A., Julio J.R., H.F., Borghetti, J.R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista Unimar*, v. 14, p. 89-107.

Agostinho, A.A., Vazzoler, A.E.A.M., Thomaz, S.M. 1995. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M., Matsumura-Tundisi, T. *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: ABC/SBL, p. 59-103.

Almeida, V.L.S., Dantas, E.W., Melo-Júnior, M., Bittencourt-Oliveira, MC., Moura, A.N. 2009. Zooplanktonic community of six reservoirs in Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 1, p. 79-87.

Alves, G.M., Velho, L.F.M., Costa, D.M., Lansac-Tôha, F.A. 2012. Size structure of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats from a lake in the upper Paraná River floodplain. *European Journal of Protistology*, v. 48, n. 3, p. 169-177.

Amaral, M.C.E., Bittrich, V., Faria, A.D., Anderson, L.O., Aona, L.Y.S. 2008. Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do Estado de São Paulo. Ribeirão Preto. Editora Holos, 452 p.

Arriera, R.L., Alves, G.M., Schwind, L.T.F., Lansac-Tôha, F.A. 2015. Local factors affecting the testate amoebae community (Protozoa: Arcellinida; Euglyphida) in a neotropical floodplain. *Journal of Limnology*, v. 74, n. 3, p. 444-452.

Bagatini, Y.M., Delariva, R.L., Higuti, J. 2012. Benthic macroinvertebrate community structure in a stream of the north-west region of Paraná State, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 12, n. 1, p. 307-317.

Bicudo, C.E.M., Bicudo, R.M.T. 1970. Algas de águas continentais brasileiras, chave ilustrada para identificação de gêneros. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. São Paulo. 227 p.

Bicudo, C.E.M., Menezes, M. 2005. Gêneros de algas continentais do Brasil (Chave para identificação e descrições). São Carlos: Ed. Rima. 489 p.

Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. 2005. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: Rima.

Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: Rima.

Bispo, P. C.; Oliveira, L. G. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: Nessimian, J. L.; Carvalho, A. L. E. (Ed.). *Ecologia de insetos aquáticos*. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. cap. 13, p. 175-189. (Series Oecologia Brasiliensis, 5).

Bledzki, L. A., Ellison, A. M. 2000. Effects of water retention time on zooplankton of shallow rheolimnic reservoirs. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*. v. 27, p. 2865-2869.

- Bonecker, C.C., Aoyagui, A.S.M., Santos, R.M. 2009. The impact of impoundment on the rotifer communities in two tropical floodplain environments: interannual pulse variations. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, p. 529-537.
- Bourrelly, P. 1972. Lês Algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Les algues vertes. Ed. N. Boubee, 570 p.
- Branco, S.M. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 3.ed. São Paulo: CETESB. 616p. 1986.
- Brosse, S., Arbuckle C.J., Townsend C.R. 2003. Habitat scale and biodiversity: influence of catchment, stream reach and bedform scales on local invertebrate diversity. *Biodiversity and Conservation*, v. 12, p. 2057–2075.
- Buzzi, J.Z. 2002. Ordem Coleoptera. In: *Entomologia Didática*. 4. ed. Curitiba: UFPR, p. 241-253.
- Calijuri, M.C., Tundisi, J.G. 1990. Limnologia comparada das represas do Lobo (Broa) e Barra Bonita – Estado de São Paulo. Mecanismos de funcionamento e bases para o gerenciamento. *Brasil. Biol*, v. 50, n. 4, p. 893-913.
- Callisto, M., Esteves, F.A. 1998. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na amazônia central (Brasil). *Oecologia Brasiliensis*, v. 5, p. 223-234.
- Carvalho, F.T., Velini, E.D., Martins, D. 2005. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Bariri, no rio Tietê. *Planta Daninha*, v. 23, n. 2, p. 371-374.
- Costa, C., Ide, S., Simonka, C.E. 2006. *Insetos imaturos. Metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto: Holos Editora. 249 p.
- Devai, G. 1990. Fundo ecológico e importância da mudança de fauna de Chironomidae em águas rasas do lago Balaton. *Hydrobiologia*, v. 191, p. 189-198.
- Devine, J.A., Vanni, M.J. 2002. Spatial e seasonal variation in nutrient excretion by benthic invertebrates in a eutrophic reservoir. *Freshwater Biology*, v. 47, n. 1, p. 1107-1121.
- Di Giovanni, M.V., Goretti, E., Tamanti, V. 1996. Macrobentos em Montedoglio Reservoir, região central da Itália. *Hydrobiologia*, v. 321, p. 17-28.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. *Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil*. Brasília: Universa. 156 p.
- Epler, J.H. 2001. *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of north and south Carolina*. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources Division of Water Quality. 528 p.
- Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, Abril, 575 p.

- Fonseca, J., Esteves, F., Callisto, M. 2004. Distribuição das larvas de Chironomidae em um lago da Amazônia afetado rejeito de bauxita. *Amazoniana*, v. 18, p. 109-123.
- Francheschini, I.M., Burliga, A.L., Reviers, B., Prado, J.F & Rezig, S.H. 2010. Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica. *Artmed: Porto Alegre*.
- Goulart, M., Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, n.1.
- Guiry, M.D.; Guiry, G.M. 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; acessado em 15 de julho de 2014.
- Henry, R. 1999. Heat budgets thermal structure and dissolved oxygen Brazilian reservoir. In: Tundisi, J.G., Straskraba, M. *The theoretical reservoir ecology and its applications*. Leiden: Brazilian Academy of Sciences, International Institute of Ecology and Backhuys Publishers. p. 125-151.
- Hepp, L.U., Restello, R.M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. In: Zarkzevski, S.B.B. (org.) *Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares*. p. 75-85, 2007.
- IAP. Instituto Ambiental do Paraná. 2003. Avaliação da Qualidade da Água Através dos Macroinvertebrados Bentônicos: Índice BMWP. Disponível <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=50>. Acessado em 19 de novembro de 2014.
- Ineo, Genesis. 2011. Monitoramento do ecossistema aquático na área de influência da PCH São Francisco Verdadeiro. Toledo, 90 p.
- Ineo, Genesis. 2012. Monitoramento do ecossistema aquático na área de influência da PCH São Francisco Verdadeiro. Toledo, 90 p.
- Ineo, Genesis. 2013. Monitoramento do ecossistema aquático na área de influência da PCH São Francisco Verdadeiro. Toledo, 90 p.
- Ineo, Soma. 2014a. Estudo de impacto Ambiental para a construção de usinas no rio Pelotas. Toledo, 250 p.
- Ineo, Soma. 2014b. Estudo de impacto para a construção da UHE Canto do Rio. Toledo, 150 p.
- Ineo; Soma. 2017. Programa de monitoramento limnológico, qualidade da água e ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu: caracterização e monitoramento dos parâmetros limnológicos (abióticos e bióticos) e ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu – relatório consolidado – fase pós-enchimento – 2017. Toledo: UNIOESTE/GERPEL/INEO, 151 p.
- Ineo, Soma. 2017. Estudo de impacto para a construção da UHE Canto do Rio. Toledo, 150 p.
- Ineo; Soma. 2018. Programa de monitoramento limnológico, qualidade da água e ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu: caracterização e monitoramento dos parâmetros limnológicos (abióticos e bióticos) e ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu – relatório consolidado – fase pós-enchimento – 2018. Toledo: UNIOESTE/GERPEL/INEO, 151 p.

Ineo; Soma. 2019. Programa de monitoramento limnológico, qualidade da água e ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu: caracterização e monitoramento dos parâmetros limnológicos (abióticos e bióticos) e ictiofauna da PCH Cantu 2, Rio Cantu – relatório consolidado – fase pós-enchimento – 2019. Toledo: UNIOESTE/GERPEL/INEO, 157 p.

Jackson, D.A. 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, v 74, p. 2204-2214.

Jonasson, P.M. 1996. Limits for life in the lake ecosystem. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, v. 26, p. 1-33.

Komárek, Jiri; Fott, Bohuslav. *Das Phytoplankton des Süßwassers: systematik und Biologie - Teil 7, 1. Hälfte. Die Binnengewässer*, Stuttgart, v. XVI, n. 7, p. 1, 1983.

Komarek, Jiri; Anagnostidis, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4-Nostocales. *Archiv für Hydrobiologie. Supplementband. Monographische Beiträge*, v. 82, n. 3, p. 247-345, 1989.

Komárek, Jiri; Anagnostidis, Konstantinos. 1998. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 19/1, Cyanoprokaryota, 1. Teil: Chroococcales. Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 548 p.

Komárek, Jiri; Anagnostidis, Konstantinos. 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa, bd. 19/2: Cyanoprokaryota: Oscillatoriales. Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 759 p.

Koste, W. 1978. *Rotatoria: die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt*. Berlin: Gebrüder Borntraeger. 637 p.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M. 2004. Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In: Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (eds.). *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden. p. 145-190.

Lansac-Tôha, F.A., Bonecker, C.C., Velho, L.F.M., Simões, N.R., Dias, J.D., Alves, G.M., Takahashi, E.M. 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, p. 539-549.

Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F., Bonecker, C.C. 1999. Estrutura da comunidade zooplancônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá (GO). In: Henry, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio, Fapesp. p. 347-374.

Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M., Simões, N.R., Costa, D.M., Alves, G.M. 2014. Structure of the Testate Amoebae Community in Different Habitats in a Neotropical Floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, v. 74, n. 1, p. 181-190.

Lima, A.F., Lansac-Lôha, F.A., Bonecker, C.C. 1996. Zooplankton in the floodplains of a tributary to the Paraná River in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Studies Neotropical Fauna Environmental*, v. 31, p. 112-116.

- Lopes, R.M., Lansac-Tôha, F.A., Vale, R., Serafim-Júnior, M. 1997. Comunidade zooplânctônica do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A., Gomes, L. C. (Eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem. p. 39-60.
- Lucena, L.C.A., Melo, T.X., Medeiros, E.S.F. 2015. Zooplankton community of Parnaíba River, Northeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 27, n. 1, p. 118-129.
- Lund, J. W.; Kipling, C.; Lecren, E. D. The inverted microscope method of estimating algae number and the statistical basis of estimating, *Hydrobiologia*, v. 11, n. 2. 1958.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, London. 179 p.
- Martins, D. Costa, N.V.; Terra, M.A., Marchi, S.R. 2008. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoto reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo. *Planta Daninha*, v. 26, n. 1, p. 17-32.
- Martins, D., Pitelli, R.A., Tomazella, M.S., Tanaka, R.H., Rodrigues, A.C.P. 2009. Levantamento da Infestação de Plantas Aquáticas em Porto Primavera Antes do Enchimento Final do Reservatório. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 27, p. 879-886. Número Especial.
- Martins, D., Velini, E.D., Piteli, R.A., Tomazella, M. 2003. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light-RJ. *Planta Daninha*, v. 21, p. 105-108. Edição Especial.
- Matsumura-Tundisi, T. 1986. Latitudinal distribution of calanoid copepods in freshwater aquatic systems of Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 3, p. 527-533.
- Matsumura-Tundisi, T. 1997. Estudo de diversidade de espécies de zooplâncton lacustre do Estado de São Paulo. P.19. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/info/historico/workshop/revisoes/zooplancton.pdf>>. Acessado em 8 de agosto de 2010.
- McCafferty W.P. 1981. Aquatic Entomology. Science books international, Boston.
- McCune, B., Grace, J.B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MJM Publishers.
- McCune, B., Mefford, M. J. 1999. Multivariate analysis of ecological data. version 4, Gleneden Beach-Oregon: MjM Software Design.
- Merritt, R.W., Cummins, K.W. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall: Hunt. 862 p.
- Moser, Gerd; Lange-Bertalot, Horst; Metzeltin, Ditmar. Insel der Endemiten. Geobotanisches Phänomen Neukaledonien: Island of Endemics. New Caledonia-a botanical phenomenon. 1998. Stuttgart: J. Cramer, 464 p.
- Mugnai, R., Nessimian, J.L., Baptista, D.F. 2010. Manual de identificação de Macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Techinal Books Editora, Rio de Janeiro.
- Neves, T.; Foloni, L.L., Pitelli, R.A. 2002. Controle químico do aguapé (*Eichhornia crassipes*). *Planta Daninha*, v 20, p. 89-97. Edição especial.

Nogueira, M.G., Henry, R., Maricatto, F.E. 1999. Spacial and temporal heterogeneity in the Jurumirim reservoir. São Paulo, Brazil. *Lakes: Research and Management*, v. 4. p. 107-120.

Nogueira, M.G., Jorcin, A., Vianna, N.C., Britto, Y.C.T. 2005. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). In: Nogueira, M. G., Henry, R., Jorcin, A. (Eds.). *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. 2. ed. São Carlos: RiMa, p. 83-125.

Nogueira, M.G.; Jorcin, A., Vianna, N. C., Britto, Y. C. T. 2006: Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). In: Nogueira, M.G.; Henry, R., Jorcin, A. (eds.). *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. 2. ed. São Carlos: RiMa, p. 83-125.

Paerl, H.W., Huisman, J. 2008. Blooms like it hot. *Science*. v. 320. p. 57-58.

Panarelli, E., Casanova, S.M.C., Nogueira, M.G., Mitsuka, P.M., Henry, R. 2003. Comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no rio Panapanema/represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (Ed) *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. São Carlos: Rima p. 129-160.

Paranhos, J.D.N., Almeida, V.L.S., Silva-Filho, J.P., Paranaguá, M.N., Melo-Júnior, M., Neumann-Leitão, S. 2013. The zooplankton biodiversity of some freshwater environments in Parnaíba basin (Piauí, Northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 73, n. 1, p. 125-134.

Pedrozo, C. S., Schneck, F., Schwarzbald, A., Farias, R. N. 2012. Respostas da comunidade zooplanctônica à formação do reservatório de Dona Francisca, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Porto Alegre*, v. 102, n. 2, p. 142-149. *Série Zoologia*.

Pérez, G.R. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo Fen Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá, 217 p.

Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. New York: Wiley, 385 p.

Pitelli, R.A. 1998. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. In: *Workshop Sobre Controle De Plantas Aquáticas, 1998, Brasília*. Anais. Brasília: IBAMA. p. 12-15.

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

Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Espidola, E.G., Roche, K.F., Rietzler, A.C. 1999. Ecological theory applied to reservoir zooplâncton. In: Tundisi, J. G., Straskraba, M. *The theoretical reservoir ecology and its applications*. Leiden: Brazilian Academy of Sciences, International Institute of Ecology and Backhuys Publishers, p. 457-476.

Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. *The Diatom: biology and Morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press.

Schwind, L.T.F., Arrieira, R.L., Dias, J.D., Simões, N.R., Bonecker, C.C., Lansac-Tôha, F.A. 2016. The structure of planktonic communities of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in three environments of the Upper Paraná River basin, Brazil. *Journal of Limnology*, v. 75, n. 1, p. 78-89.

Segers, H. 1995. Rotifera: the Lecanidae (Monogonta). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. v. 6. The Hague: SPB Academic. 226 p.

Sendacz, S., Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatório do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 9, p. 51-89.

Suzuki, R. 2011. Guia de Plantas Aquáticas. Londrina-PR: Aquamazon, 184 p.

Takahashi, E.M. 2008. Efeitos do represamento sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 86 p. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais.

Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T. 1990. Limnology and eutrophication of Barra Bonita reservoir, São Paulo State, Southern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft. Ergebnisse der Limnologie*, v. 33, n. 3, p. 661-678.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodic. *Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie*, v. 9, p. 1-38.

Valadares, C. F. 2007. Alterações nas características limnológicas e na comunidade zooplanctônica do rio Araguari (MG) em função das obras hidráulicas da UHE Capim Branco I.). Instituto de Ciências Biológicas Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 130 p. Dissertação de Mestrado em Ecologia.

Vannote, R. L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R.; Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 37, p. 130-137.

Vanzela, L.S., Hernandez, F.B.T., Franco, A.M. 2010. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, p. 55-64.

Viroux, L. 2002. Seasonal and Longitudinal aspects of microcrustacean (Cladocera: Copepoda) dynamics in lowland river. *Journal of Plankton Research*, v. 24, n. 4, p. 281-292.

ASSEMBLEIA DE PEIXES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH CANTU 2

*Carlos Henrique Orsi
Anderson Luis Maciel
Tiago Debona
Vinicius Valiente dos Santos
Gilmar Baumgartner*

5.1 INTRODUÇÃO

A América do Sul reúne o maior número de espécies de peixes de água doce conhecidas (em torno de 5.000), onde o Brasil se destaca como detentor de grande parte da diversidade desses organismos, com aproximadamente 2.900 espécies identificadas (Froese & Pauly, 2010), sendo que as ordens mais representativas da ictiofauna brasileira continental são Siluriformes e Characiformes (Buckup et al., 2007).

A construção de barragens, promovendo a fragmentação de rios, tem provocado respostas ambientais diversas, como modificação no ciclo hidrológico, alteração de variáveis físicas e químicas, como temperatura, oxigênio dissolvido, concentração de nutrientes e material em suspensão (Tundisi, 1999) e mudanças na comunidade, especialmente na assembleia de peixes, favorecendo a colonização de algumas espécies e extinção de outras (Benedito-Cecílio et al., 1997; Agostinho et al., 2007).

Os aspectos relacionados a estratégias reprodutivas e alimentares e as adaptações morfológicas ao ambiente represado são cruciais para o sucesso na colonização do reservatório, assim, as espécies de pequeno porte são mais abundantes e, conseqüentemente, melhor sucedidas na ocupação de reservatórios (Agostinho et al., 2007).

Compreender os efeitos dos barramentos sobre a estrutura das populações de peixes é de grande importância para elaboração de estratégias de manejo e proteção dos recursos naturais, uma vez que os estudos dessa estrutura fornecem subsídios para o entendimento da ecologia das espécies, dos aspectos da história de vida, como alocação de energia para o crescimento, reprodução e manutenção (Benedito-Cecílio & Agostinho, 1997; Marques et al., 2009). Diante dessas considerações, o presente capítulo aborda as características da ictiofauna no ano de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o monitoramento ictiofaunístico foram utilizados diversos aparelhos de pesca e métodos: redes de espera de malha simples (2,4 a 16 cm de entre nós não adjacentes) e feiticeiras (6 a 8 cm), com 10 metros de comprimento cada (Figura 5.1A), espinhéis (com 30 anzóis) (Figura 5.1B), covos, tarrafas e arrasto (Figuras 5.2). No reservatório, as redes de espera foram instaladas em três estratos: margem, superfície e fundo. Os aparelhos de pesca foram instalados às 16 horas, revistados às 22 horas e retirados às 8 horas do dia seguinte, nos cinco locais de amostragem descritos no Capítulo 1.



Figura 5.1 – Aplicação dos aparelhos de pesca: redes de espera (A) e espinhel (B) nos locais amostrados em 2019, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.





Figura 5.2 – Aplicação dos apetrechos de pesca: tarrafa (A e B), covo (C) e arrasto (D) nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Após as capturas, os peixes foram eutanasiados em solução de benzocaína (250 mg/L) e acondicionados em sacos plásticos etiquetados quanto ao local, horário e aparelho de pesca, sendo fixados em formol 10% e mantidos em tambores plásticos para posterior análise.

Em laboratório, os peixes foram identificados segundo Graça & Pavanelli (2007) e alguns exemplares de cada espécie foram depositados na coleção de ictiologia do Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). O enquadramento taxonômico das espécies foi baseado na classificação proposta por Van der Laan (2014). De cada indivíduo, foram obtidos o comprimento total e padrão, peso, sexo, grau de repleção estomacal (GR) e estágio de maturação gonadal.

As espécies capturadas foram agrupadas de acordo com suas estratégias reprodutivas, sendo migradores de longa distância (MIG), sedentárias ou migradoras de curta distância sem cuidado parental (SSC), sedentárias ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) e sedentárias ou não migradoras com fecundação interna (SFI), conforme Suzuki et al. (2004). As espécies cuja estratégia reprodutiva não está disponível na literatura foram enquadradas na categoria, sem informação (SI).

Para fins de análise, a abundância das espécies foi indexada pela captura por unidade de esforço (CPUE) em número (número de indivíduos por 1000 m² de rede em 16 horas) e peso (kg por 1000 m² de rede em 16 horas) (King, 1995), para cada local de amostragem e por estratégia reprodutiva em cada local. As abundâncias (em número de indivíduos) das espécies mais capturadas foram plotadas em gráficos para avaliar as variações espaciais e temporais.

Os atributos da assembleia de peixes foram expressos pela riqueza (número) de espécies, a equitabilidade e o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988), que foram

calculados para cada local em separado utilizando o software Pc-Ord 4.0 (McCune & Mefford, 1999). O índice de Shannon (H') foi obtido pela equação:

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

Onde: S = número de espécies, e;
 p_i = proporção da espécie i .

A equitabilidade (E) foi calculada de acordo com a expressão:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde: H' = índice de diversidade de Shannon, e;
 S = número de espécies.

A estrutura geral das populações foi avaliada por meio dos valores médios (desvios padrões), mínimos e máximos do comprimento padrão para as espécies capturadas. Além disso, foi obtido o histograma das classes de comprimento padrão para avaliar a distribuição geral de tamanho dos peixes amostrados.

O hábito alimentar das espécies foi definido de acordo com Hahn et al. (1997 e 2004). Para a análise reprodutiva, os indivíduos foram classificados de acordo com o estágio de desenvolvimento gonadal em: Imaturo, Maturação, Reprodução e Repouso (Vazzoler, 1996). As frequências de ocorrência em cada estágio foram computadas em separado para cada grupo de estratégia reprodutiva.

Para estabelecer as diferenças na abundância da ictiofauna entre os locais e meses de amostragem, os dados de abundância foram sumarizados através da análise de componentes principais (PCA), sendo retidos para posterior análise os componentes que apresentaram autovalores maiores que 1,0 (critério de Kaiser-Guttman) (Jackson, 1993). Os procedimentos para realização e interpretação dos resultados seguem as recomendações de McCune & Grace (2002), sendo utilizado o software Pc-Ord 5.0® (McCune & Mefford, 2006).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos para a assembleia de peixes nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Levantamento ictiofaunístico

Durante a amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, nos cinco locais de coleta, foram capturados 2.156 indivíduos, sendo a maior ocorrência no local Reservatório (RES) com 896 indivíduos, seguido do rio Branco (BCO; 494 indivíduos), Jusante (JUS; 301 indivíduos), Montante (MON; 294 indivíduos) e Trecho de Vazão Reduzida (TVR; 171 indivíduos). Foram registradas 50 espécies de peixes, distribuídas em quatro ordens e 14 famílias (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Enquadramento das espécies de peixes (segundo Van der Lann, 2017) capturadas nos locais amostrados em 2020, na fase pós-enchimento, na área de influência da PCH Cantu 2.

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
Characiformes					
Anostomidae					
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski, 1987	X	X	X	X	X
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	X	X	X	X	
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)		X			
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	X	X	X	X	X
Erythrinidae					
<i>Hoplias mbigua</i> Azpelicueta, Benítez, Aichino & Mendez 2015		X		X	
<i>Hoplias</i> sp. 2	X	X	X	X	X
Acestrorhynchidae					
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)	X	X	X	X	X
Characidae					
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	X	X	X	X	X
<i>Bryconamericus coeruleus</i> Jerep & Shibatta, 2017			X		
<i>Bryconamericus</i> aff. <i>iheringii</i> (Boulenger, 1887)		X	X	X	X
<i>Galeocharax gulo</i> (Cope 1870)	X	X		X	X
<i>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983	X	X	X	X	
<i>Oligosarcus pintoii</i> Amaral Campos 1945				X	
<i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann, 1908)		X	X	X	
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867		X	X		
<i>Psalidodon</i> aff. <i>bockmanni</i> Vari & Castro, 2007					X
<i>Psalidodon</i> aff. <i>fasciatus</i> (Cuvier, 1819)				X	
<i>Roebooides descalsvadensis</i> Fowler, 1932				X	

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
<i>Serrapinnus</i> sp. 1	X	X		X	X
Prochilodontidae					
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)				X	
Serrasalminidae					
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858		X			X
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1837	X	X			X
Curimatidae					
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)		X	X	X	X
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	X	X	X	X	X
<i>Steindachnerina brevipinna</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889				X	
Parodontidae					
<i>Apareiodon piracicabae</i> Eigenmann, 1907)	X	X	X	X	X
<i>Parodon nasus</i> Kner, 1859				X	
Siluriformes					
Loricariidae					
<i>Ancistrus</i> sp.			X		
<i>Hypostomus albopunctatus</i> (Regan, 1908)		X	X		
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering 1911)				X	
<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes, 1836	X			X	
<i>Hypostomus</i> cf. <i>nigromaculatus</i> (Schubart, 1967)				X	
<i>Hypostomus</i> cf. <i>paulinus</i> (Iheringi, 1905)	X	X	X	X	X
<i>Hypostomus</i> cf. <i>regani</i> (Ihering, 1905)		X	X		
<i>Hypostomus</i> cf. <i>strigaticeps</i> (Regan, 1908)		X	X		X
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen, 1979				X	
Pimelodidae					
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1864)	X	X			
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner, 1877	X		X	X	
<i>Pimelodus paranaensis</i> Britski & Langeani 1988			X		
Auchenipteridae					
<i>Tatia neivai</i> (Ihering, 1930)				X	
Heptapteridae					
<i>Rhamdia</i> aff. <i>quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)			X		X
Cichliformes					
Cichlidae					
<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)		X		X	
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982				X	
<i>Crenicichla</i> sp.		X	X	X	X
<i>Crenicichla jaguarensis</i> Haseman, 1911			X	X	
<i>Geophagus iporangensis</i> (Haseman, 1911)		X		X	X
Gymnotiformes					
Gymnotidae					
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)			X		
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999				X	

O predomínio de Characiformes e Siluriformes na área de influência da PCH Cantu 2 corrobora os resultados encontrados por outros autores para a região Neotropical (Lowe-McConnell, 1999; Shibatta et al., 2002; Gubiani, 2006), sendo que estes autores relatam que estas ordens são de maior representatividade na ictiofauna de sistemas fluviais sul-americanos, com leve superioridade de Characiformes.

A espécie *Coptodon rendalli* (tilápia) é considerada invasora à bacia do alto rio Paraná e utilizada na piscicultura. No mês de outubro foi capturada uma espécie que não havia sido registrada durante o monitoramento da ictiofauna, trata-se de *Bryconamericus coeruleus*, uma espécie nativa da bacia do rio Piquiri, que foi descrita no ano de 2017.

Estratégia reprodutiva

Na área de influência da PCH Cantu 2 foram capturadas duas espécies classificadas como migradoras de longa distância (MIG) (Suzuki et al., 2004), *Megaleporinus obtusidens* e *Prochilodus lineatus*. Estas espécies totalizaram apenas três indivíduos que representaram 0,14% do total de indivíduos capturados. As espécies definidas como sedentárias ou migradoras de curta distância sem cuidado parental (SSC) foram as mais abundantes com 25 espécies, representando 86,92% do total de exemplares, seguidas das espécies sedentárias ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) que totalizaram 17 espécies e representaram 9,37% do total e três espécies sem informação na literatura (SI) que representou 3,15% dos indivíduos amostrados e uma espécie (*Tatia neivai*) que apresenta características de espécie sedentária ou migradora de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo (SFIE) e representou 0,42% do total de exemplares capturados (Figura 5.3).

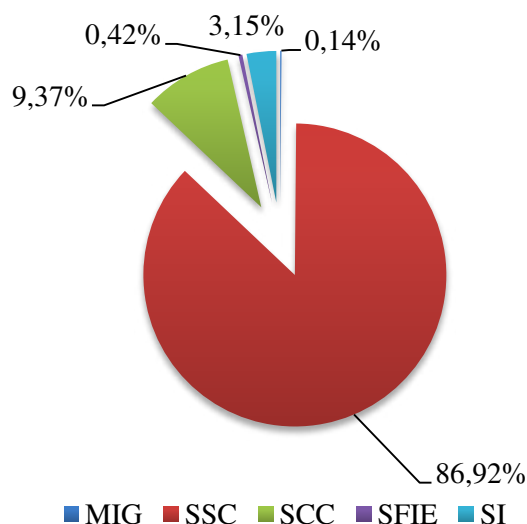


Figura 5.3 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu nos meses de maio e outubro de 2020.

A Figura 5.4 mostra que entre os locais o predomínio de espécies sedentárias ou migradoras de curta distância sem cuidado parental confirma o padrão mostrado anteriormente, destaca-se o TVR que devido as características do ambiente ocorre a grande captura de exemplares de loricarídeos (cascudos), que costumam ser mais abundantes em locais rochosos e água corrente. Observou-se também que a espécie *T. neivai* foi registrada apenas no local JUS e representou 3,00% dos exemplares amostrados naquele local.

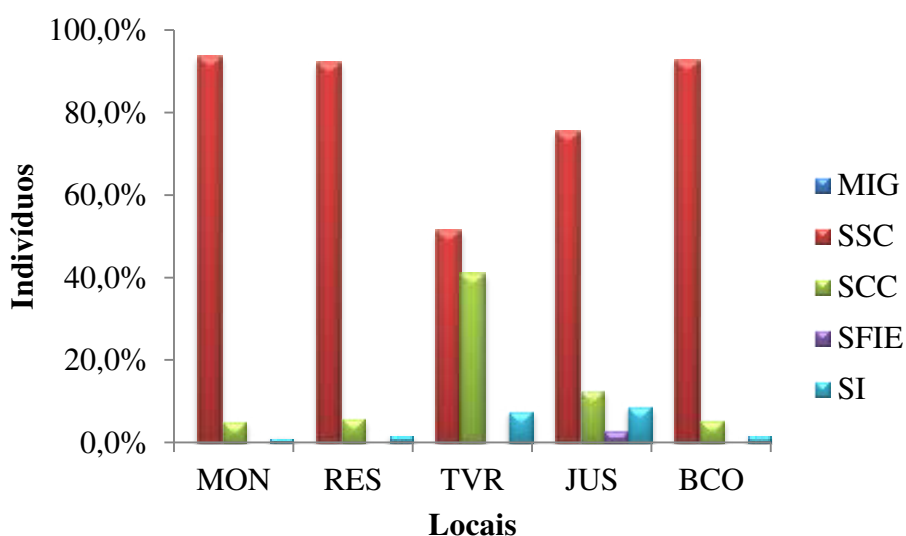


Figura 5.4 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com

fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) entre os locais no período de maio e outubro de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Em relação ao período de amostragem observou-se que os exemplares das espécies não migradoras sem cuidado parental foram mais abundantes em maio e outubro (89,94 e 85,12%, respectivamente), seguido das espécies não migradoras com cuidado parental que foram mais abundantes em outubro (10,14%) e espécies sem informação (4,07%) (Figura 5.5).

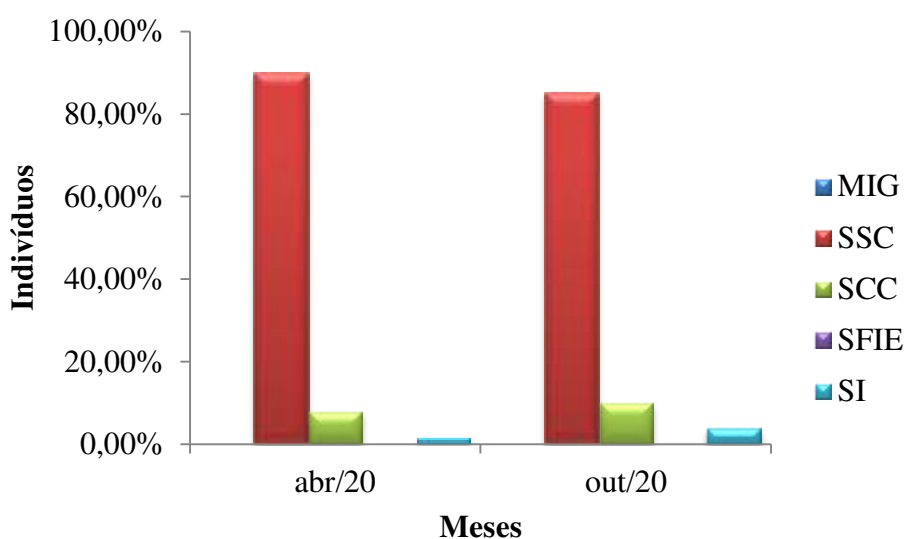


Figura 5.5 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

Padrões de dominância e abundância relativa

A CPUE total calculada para os locais (Figura 5.6A) durante o período de estudo mostrou uma maior superioridade no local BCO, este fato pode estar ligado às peculiaridades do ambiente amostrado, sendo que o local fica em uma zona com menor influência do reservatório, o que pode fornecer melhores condições para as espécies. Neste local a CPUE registrada foi de 914,00 indivíduos/1000m²*16h e 61,52 kg/1000m²*16h, seguido de MON (559,20 indivíduos e 40,04 kg/1000m²*16h), JUS (497,49 indivíduos e 37,20 kg/1000m²*16h), RES (363,95 indivíduos e 16,16 kg/1000m²*16h) e TVR (320,09 indivíduos e 20,55 kg/1000m²*16h). Em relação aos meses de coleta (Figura 5.6B) observou-se que a

maior captura ocorreu no mês de outubro (593,84 indivíduos e 35,83 kg/1000m²*16h, respectivamente) e o mês de maio apresentou capturas menores (343,62 indivíduos e 20,24 kg/1000m²*16h).

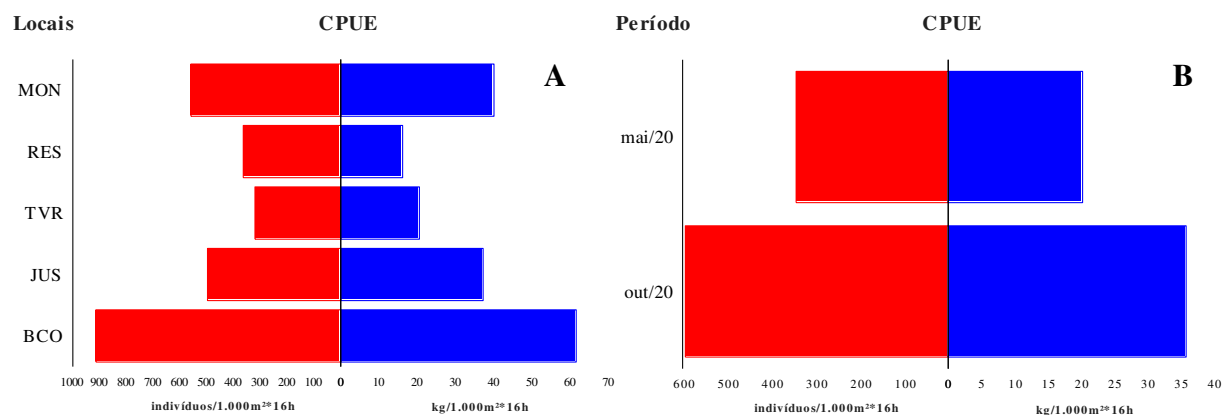


Figura 5.6 – Captura por unidade de esforço para os locais de amostragem (A) e o período de amostragem (B) em número de indivíduos (indivíduos/1000m²*16h) e biomassa (kg/1000m²*16h) para área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Avaliando as capturas por unidade de esforço entre os locais e o período amostrado observou-se que as maiores capturas em número de indivíduos (Figura 5.7A) no mês de maio foram para os locais MON, BCO e JUS (655,61, 647,90 e 304,67 indivíduos/1000m²*16h, respectivamente) e as menores nos locais RES e TVR (227,50 indivíduos/1000m²*16h, cada), e para o mês de outubro as maiores CPUEs foram registradas nos locais BCO, JUS e RES (1180,10, 690,32 e 500,49 indivíduos/1000m²*16h, respectivamente). em relação a biomassa (Figura 5.7B), o mês de maio apresentou variação entre 11,34 kg/1000m²*16h no local RES e 44,39 kg/1000m²*16h no local BCO, no mês de outubro o maior registro ocorreu no no local BCO (78,64 kg/1000m²*16h) e o menor no local RES (20,98 kg/1000m²*16h).

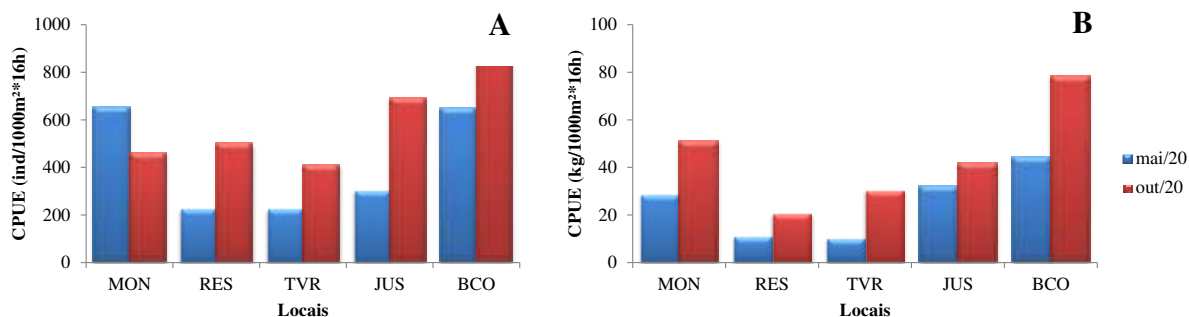


Figura 5.7 – Captura por unidade de esforço em número (A) e biomassa (B) em 1000m² de rede*16h para os locais de amostragem durante o período de estudo na área de influência da PCH Cantu 2.

Quando avaliada a captura das espécies em relação aos meses, agrupando os locais de coleta, observou-se que as espécies mais representativas em número de indivíduos foram *Astyanax lacustris*, *S. insculpta*, *A. lacustris*, *S. nasutus*, *G. gulo*, *C. modestus* e *H. cf. paulinus* apresentando valores que variaram de 1,94 ind/1000m²*16h para *C. modestus* em maio a 262,80 ind/1000m²*16h para *Astyanax lacustris* em outubro (Figura 5.8).

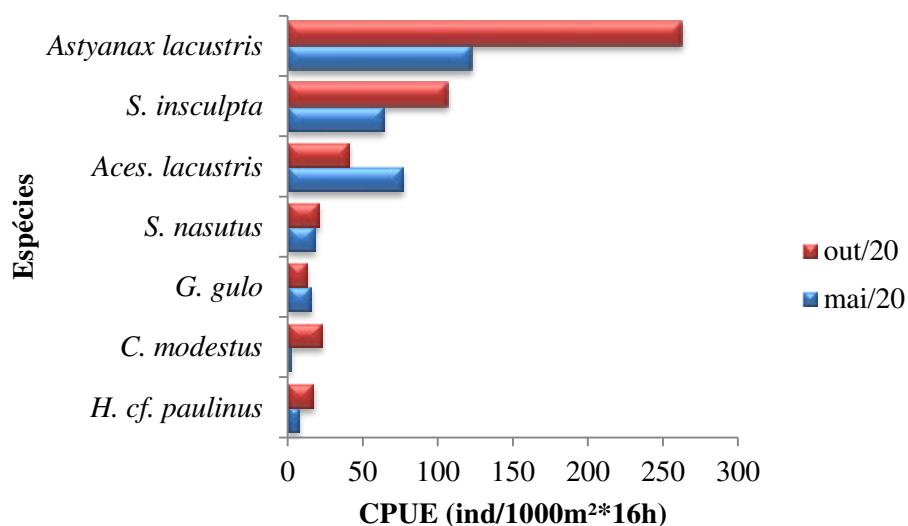


Figura 5.8 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos das sete espécies mais capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu nos meses maio e outubro de 2020.

A captura por unidade de esforço para biomassa das espécies em função do período de amostragem e dos locais agrupados mostrou que as espécies mais representativas foram *A. lacustris*, *S. nasutus*, *Astyanax lacustris*, *Hoplias* sp. 2, *S. insculpta*, *G. gulo* e *H. cf. strigaticeps*. Os valores de CPUE variaram de 0,84 kg/1000m²*16h para *H. cf. strigaticeps* no mês de maio a 6,74 kg/1000m²*16h para *Hoplias* sp. 2 no mês de outubro (Figura 5.9).

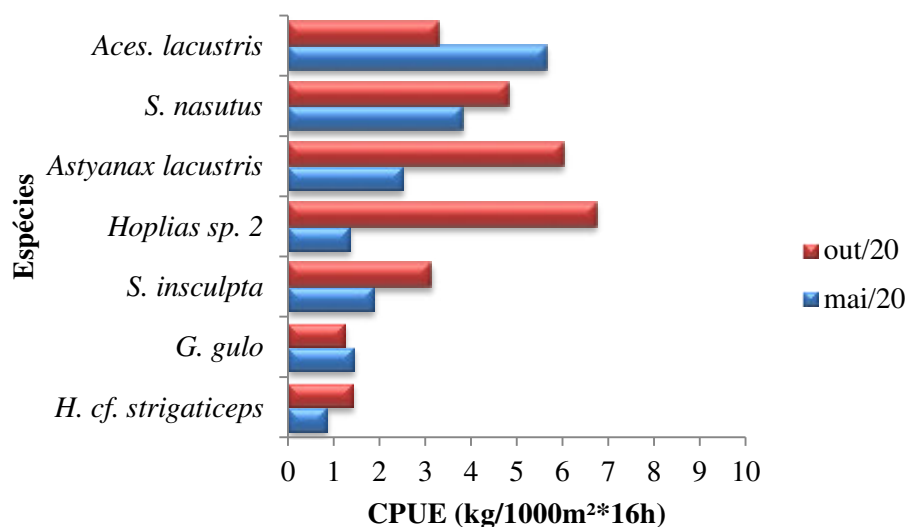


Figura 5.9 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em biomassa das sete espécies mais capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

Avaliando-se a CPUE levando em conta as estratégias reprodutivas das espécies verificou-se que os menores registros foram para as espécies sem informação, muitas delas são novas para a ciência e não tem seu comportamento reprodutivo estudado, seguidas das espécies migradoras de longa distância que apresentaram CPUE em número de indivíduos que variou entre 0,97 ind/1000m²*16h em maio e 0,48 ind/1000m²*16h em outubro. As espécies sedentárias ou migradoras com cuidado parental (SCC) apresentaram CPUE em número de 24,68 em maio e 61,47 ind/1000m²*16h em outubro. As espécies mais abundantes, como descrito anteriormente, foram as sedentárias ou migradoras sem cuidado parental (SSC), que apresentaram capturas que oscilaram de 311,68 em maio a 513,02 indivíduos/1000m²*16h em outubro (Figura 5.10).

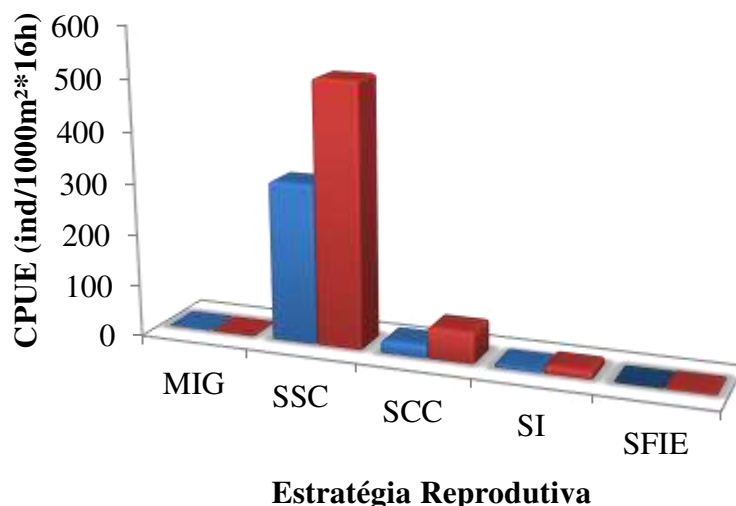


Figura 5.10 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos das espécies capturadas em relação às estratégias reprodutivas (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, no período de maio a outubro de 2020.

Atributos da assembleia de peixes

Durante o período de monitoramento da ictiofauna na área de influência da PCH Cantu 2 no ano de 2020, foram coletadas 50 espécies de peixes entre todos os aparelhos de pesca utilizados. Entre os locais observou-se a maior riqueza espécies no local JUS (35 espécies), seguida do local RES (28 espécies), nos demais locais foram registradas 26 espécies em MON, 20 no BCO e 16 em MON. Quanto aos atributos equitabilidade e diversidade, os menores valores se deram para o local RES ($E= 0,47$ e $H'= 1,58$), seguido do local MON ($E= 0,63$ e $H'= 1,74$), o que pode estar relacionado à grande captura de exemplares de *Astyanax lacustris* no local RES e *S. insculpta* no local TVR e também *Acestrorhynchus lacustris* nos dois locais. Por outro lado, os maiores valores foram registrados para os locais TVR e JUS ($E= 0,79$ e $H'= 2,58$; $E= 0,77$ e $H'= 2,74$, respectivamente). Estes valores que são provenientes da combinação da riqueza com a equitabilidade e indicam que todas as espécies presentes nas capturas estão em alta equitabilidade, reforçando a não presença de espécies raras ou dominantes (Figura 5.11).

Vários estudos demonstram tendência de aumento no número de espécies e de exemplares a partir da nascente em direção a foz (Caramaschi 1986, Garutti 1988,

Bennemann et al. 1995), principalmente, em afluentes da bacia do rio Paraná, o que também foi encontrado neste período.

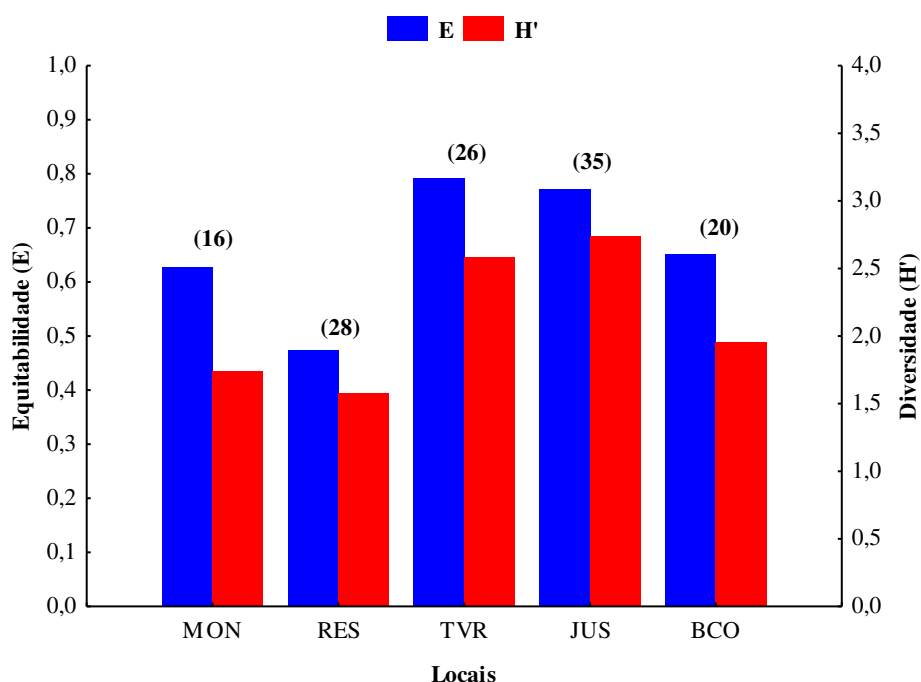


Figura 5.11 – Variação espacial da riqueza de espécies (entre parênteses), equitabilidade e diversidade específica nos locais (MON= montante; RES= reservatório; TVR= trecho de vazão reduzida; e JUS= jusante) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, durante os meses de maio e outubro de 2020.

Avaliando os atributos da assembleia de peixes durante os meses estudados observou-se maior riqueza no mês de outubro ($S=46$) e o menor em maio ($S= 33$). A equitabilidade e diversidade apresentaram-se muito próximas nos dois meses amostrados sendo a média da equitabilidade igual a 0,62 e da diversidade 2,27, estes valores indicam que apesar da grande captura das espécies *Astyanax lacustris*, *S. insculpta*, *Acestrorhynchus lacustris* e *H. cf. paulinus* a comunidade íctica se encontra em equilíbrio na área de influência da PCH Cantu 2 (Figura 5.12).

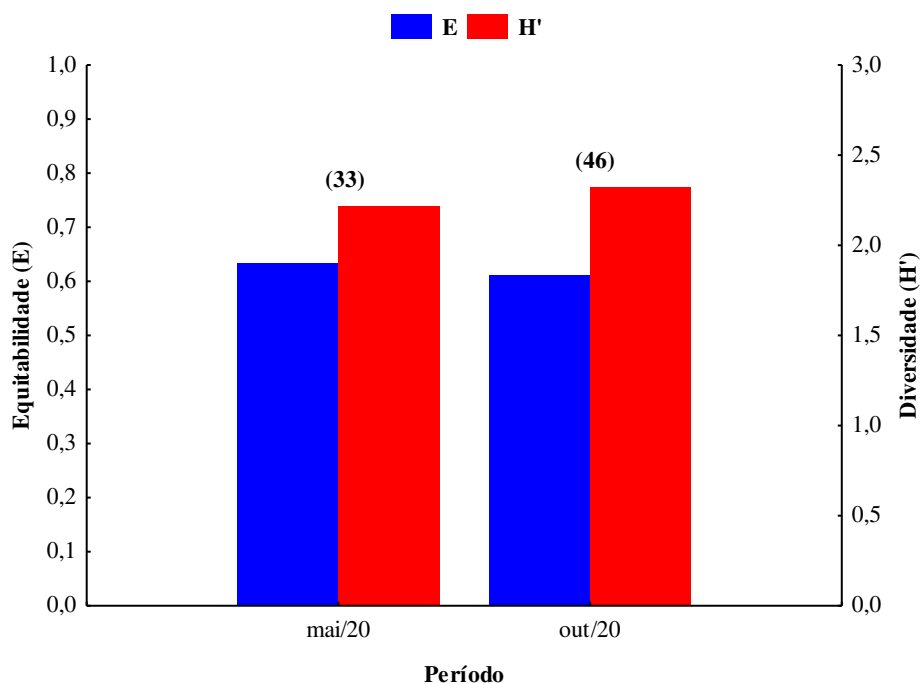


Figura 5.12 – Variação espacial da riqueza de espécies (entre parênteses), equitabilidade e diversidade específica nos meses de maio e outubro de 2020 na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Estrutura geral da população

As espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2 foram classificadas de acordo com o comprimento padrão (Cp) em pequeno (0,1-20 cm), médio (20,1-40 cm) e grande porte (> 40,1cm). Neste período, após o enchimento do reservatório, 62,0% das espécies foram classificadas como de pequeno porte, espécies de médio porte representaram 36,0% e de grande porte 2,0%. Apenas *Hoplias* sp. 2 apresentou maior porte neste período (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Número de indivíduos, valores mínimos, máximos, médios e desvio padrão de comprimento padrão (Cp) e classificação quanto ao tamanho das espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, no Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

Espécie	Comprimento Padrão (cm)					Tamanho
	N	min.	máx.	méd.	S	
<i>A. piracicabae</i>	50	3,3	10,5	7,0	2,2	pequeno
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	244	2,8	28,3	17,5	3,9	médio
<i>Ancistrus</i> sp.	2	5,4	7	6,2	1,1	pequeno
<i>Astyanax lacustris</i>	809	1,9	23	8,9	1,4	médio
<i>B. coeruleus</i>	1	5,5	5,5	5,5	-	pequeno
<i>B. aff. iheringii</i>	98	1,9	6,1	3,9	0,7	pequeno
<i>C. britskii</i>	4	8,1	11,8	9,8	1,9	pequeno
<i>C. jaguarensis</i>	2	10,2	10,4	10,3	0,1	pequeno
<i>C. modestus</i>	51	8,5	13,6	11,5	0,9	pequeno

Espécie	Comprimento Padrão (cm)					Tamanho
	N	min.	máx.	méd.	S	
<i>C. rendalli</i>	10	1,5	12,1	3,7	3,1	pequeno
<i>Crenicichla sp.</i>	33	8,6	18,5	12,7	3,2	pequeno
<i>G. brasiliensis</i>	7	1,6	14,1	4,5	5,1	pequeno
<i>G. gulo</i>	58	11,5	25,3	17,6	3,0	médio
<i>G. inaequilabiatus</i>	1	17,3	17,3	17,3	-	pequeno
<i>G. iporangensis</i>	20	1,5	14,2	8,3	3,6	pequeno
<i>G. sylvius</i>	1	23,4	23,4	23,4	-	médio
<i>H. albopunctatus</i>	2	17	23,7	20,4	4,7	médio
<i>H. ancistroides</i>	7	9,6	20,4	13,9	4,2	médio
<i>H. cf. nigromaculatus</i>	2	8	9,6	8,8	1,1	pequeno
<i>H. cf. paulinus</i>	50	7,2	21,2	11,5	3,2	médio
<i>H. cf. regani</i>	10	11,2	18,3	15,0	2,5	pequeno
<i>H. cf. strigaticeps</i>	35	9,4	27,4	16,6	3,9	médio
<i>H. commersoni</i>	3	13,8	15	14,5	0,6	pequeno
<i>H. mbigua</i>	4	15	26,4	19,7	4,9	médio
<i>Hoplias sp. 2</i>	31	18,1	47	30,2	6,8	grande
<i>I. labrosus</i>	15	16,4	26,5	20,1	2,9	médio
<i>L. amblyrhynchus</i>	18	4,4	19,8	13,1	3,9	pequeno
<i>L. octofasciatus</i>	20	9,1	33	16,9	6,8	médio
<i>L. platymetopon</i>	1	19,7	19,7	19,7	-	pequeno
<i>M. obtusidens</i>	2	6,5	22	14,3	11,0	médio
<i>O. paranensis</i>	12	7,5	15,5	11,0	2,5	pequeno
<i>O. pintoii</i>	1	6,7	6,7	6,7	-	pequeno
<i>P. aff. bockmanni</i>	1	6	6	6,0	-	pequeno
<i>P. aff. fasciatus</i>	6	3,6	9,4	7,7	2,1	pequeno
<i>P. argentea</i>	11	3,5	5	3,8	0,4	pequeno
<i>P. lineatus</i>	1	35,6	35,6	35,6	-	médio
<i>P. microstoma</i>	12	10,5	21,4	15,8	3,8	médio
<i>P. nasus</i>	1	8,4	8,4	8,4	-	pequeno
<i>P. paranaensis</i>	1	20	20	20,0	-	pequeno
<i>P. stramineus</i>	12	2,8	5,2	3,7	0,9	pequeno
<i>R. aff. quelen</i>	1	24	24	24,0	-	médio
<i>R. descaldadensis</i>	10	6	6,4	6,3	0,2	pequeno
<i>R. quelen</i>	2	12,9	30,1	21,5	12,2	médio
<i>S. brevipinna</i>	5	8,6	10,3	9,4	0,9	pequeno
<i>S. insculpta</i>	365	6,4	14,3	10,5	1,4	pequeno
<i>S. maculatus</i>	4	10	11,4	10,5	0,7	pequeno
<i>S. marginatus</i>	8	9,4	29	12,9	6,5	médio
<i>S. nasutus</i>	80	8,9	32,9	22,6	5,7	médio
<i>Serrapinnus sp. 1</i>	23	2,7	4	3,4	0,4	pequeno
<i>T. neivai</i>	9	3,4	6,7	5,7	1,1	pequeno

A Figura 5.13 mostra a distribuição das classes de comprimento das espécies capturadas, a maior frequência foi de indivíduos entre 5,1 e 10,0 cm (43,6%), seguido de indivíduos com tamanho entre 10,1 e 15,0 cm (28,0%) e entre 15,1 e 20,0 cm (10,6%), o que confirma a grande quantidade de exemplares de pequeno porte, exemplares de médio porte (20,1 a 40,0 cm) representaram 8,9% do total e de grande porte com comprimentos superiores a 40 cm representaram 0,1% do total de indivíduos.

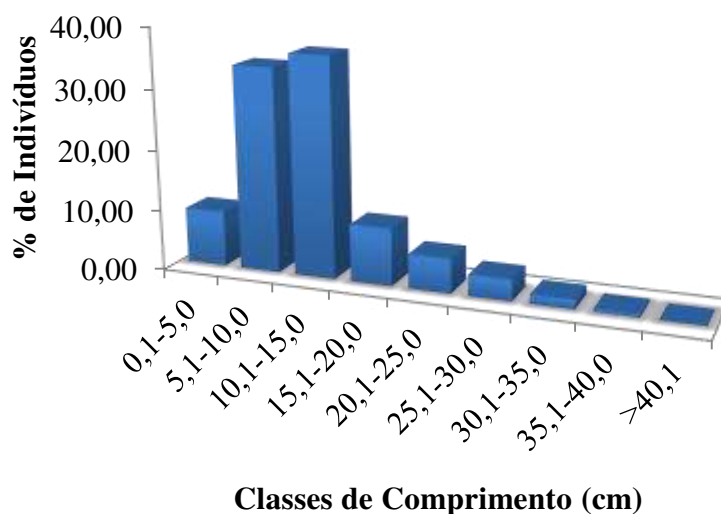


Figura 5.13 – Distribuição das classes de comprimentos das espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu durante nos meses de maio e outubro de 2020.

Dieta das espécies

A investigação da dieta resultou na identificação dos seguintes itens alimentares: Algas, Coleoptera (adultos), detrito/sedimento, Diptera (adultos, larvas e pupas), Ephemeroptera (adultos e ninfas), escamas, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera (larvas), microcrustáceos, Oligochaeta, Orthoptera, peixes, restos de insetos, sementes, Trichoptera (adultos e larvas) e vegetais. Para determinação geral da dieta, bem como das variações temporais e espaciais na composição da dieta, itens alimentares cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria Outros.

Foram obtidas informações gerais sobre a dieta de 11 espécies, as quais são apresentadas através dos valores do índice alimentar (IAi) na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Composição da dieta de algumas espécies de peixes na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (n = número de estômagos analisados). (Em negrito) valor do índice alimentar (IAi) de maior representação; Espécies: (1) *Acestrorhynchus lacustris*; (2) *Astyanax lacustris*; (3) *Bryconamericus* aff. *iheringii*; (4) *Oligosarcus paranensis*; (5) *Psalidodon* aff. *fasciatus*; (6) *Roeboides descavadensis*; (7) *Schizodon nasutus*; (8) *Serrapinus* sp. 1; (9) *Serrasalmus maculatus*; (10) *Serrasalmus marginatus*; (11) *Tatia neivai*.

Itens	Espécies										
	1 (n = 7)	2 (n = 94)	3 (n = 25)	4 (n = 1)	5 (n = 2)	6 (n = 1)	7 (n = 1)	8 (n = 4)	9 (n = 1)	10 (n = 1)	11 (n = 2)
Algas		< 0,01	0,08					4,17			
Araneae		< 0,01									
Coleoptera (adultos)		6,24									
Detrito/sedimento		1,10	1,13					41,67			
Diptera (adultos)		< 0,01									
Diptera (larvas)		0,01	1,54					4,17			
Diptera (pupas)		0,22	10,25					4,17			
Ephemeroptera (adultos)		7,35	0,26			41,67					100,00
Ephemeroptera (ninfas)		0,03	0,20		36,89						
Escamas		0,04				58,33					
Hemiptera		< 0,01									
Hymenoptera		2,19	0,12	80,43			100,00				
Lepidoptera (larvas)		< 0,01									
Microcrustáceos		0,07	14,02					4,17			
Oligochaeta		0,02									
Orthoptera		0,20									
Peixes	100,00								100,00	100,00	
Restos de insetos		0,10	0,18								
Sementes		1,42	0,04								
Trichoptera (adultos)		0,03									
Trichoptera (larvas)			0,06								
Vegetais		80,96	72,11	19,57	63,11			41,67			

Astyanax lacustris

A dieta de *A. lacustris* foi composta por amplo espectro de itens alimentares, entre os quais destacaram-se principalmente os vegetais. Os maiores valores de índice alimentar foram obtidos para Vegetais (80,96%), entretanto a dieta foi complementada por detrito/sedimento, Oligochaeta, algas, sementes e algumas ordens de insetos tais como Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera e Trichoptera (Figura 5.14). A utilização de recursos alimentares com origem distinta, incluindo principalmente vegetais e insetos sugere um hábito alimentar generalista, comportamento alimentar relatado por Bennemann et al. (2005), ao estudar quatro espécies de *Astyanax* na bacia do rio Tibagi.

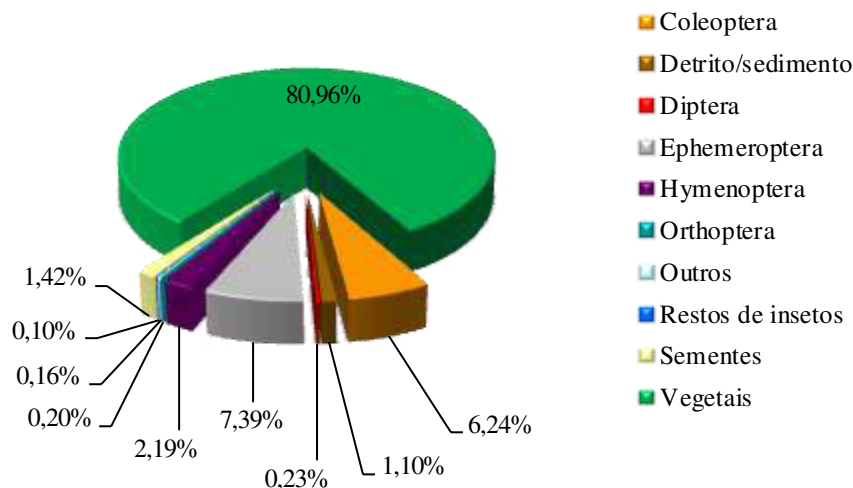


Figura 5.14 – Composição da dieta de *Astyanax lacustris* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

Quando avaliada a variação espacial na composição da dieta, verificou-se que na maioria dos locais, a espécie explorou vegetais de forma mais intensa. Exceção observada apenas nos locais TVR, onde não foi evidenciada a dominância de algum item alimentar na dieta, sendo explorados vegetais e insetos em proporções semelhantes e no local JUS, onde constatou-se o predomínio de insetos na dieta, principalmente Ephemeroptera (52,4%). Nos locais MON e BCO identificou-se maior consumo de vegetais (92,2 e 82,1%, respectivamente), sendo que no local MON, destacou-se também a exploração de

detrito/sedimento (4,5%) e no BCO o consumo de Ephemeroptera (13,6%). Já no RES a espécie explorou principalmente vegetais (52,5%) e Coleoptera (37,6%) (Figura 5.15).

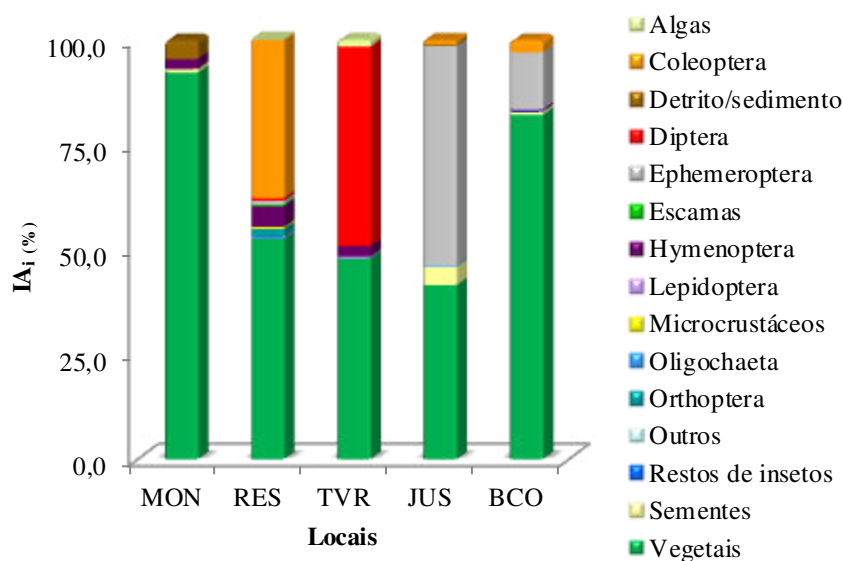


Figura 5.15 – Dieta de *Astyanax lacustris* nos diferentes locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020. (MON = Montante; RES = Reservatório; TVR = Trecho de vazão reduzida; JUS = Jusante; BCO = rio Branco) (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

A avaliação da composição da dieta nos meses de amostragem indicou mudanças temporais. Em ambos, a dieta foi caracterizada pela exploração de um amplo espectro de itens alimentares, entretanto apesar do consumo de grande variedade de itens, foi evidente o predomínio de vegetais em ambos os meses. Em maio verificou-se amplo predomínio de vegetais (91,7%), sendo a dieta complementada principalmente por Hymenoptera e detrito/sedimento. Já em Outubro a espécie utilizou-se principalmente de vegetais que corresponderam a 55,8% da dieta, destacando-se também o consumo de Ephemeroptera (23,8%) e Coleoptera (17,4%) (Figura 5.16). As variações na composição da dieta observadas foram perceptíveis, reforçando o indicativo de um caráter alimentar oportunista para *Astyanax lacustris*.

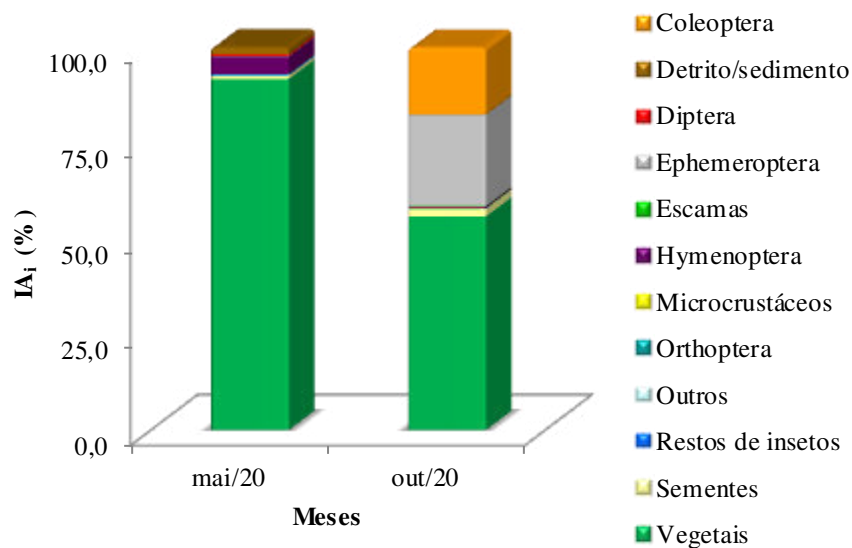


Figura 5.16 – Variação temporal na composição da dieta de *Astyanax lacustris* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

Bryconamericus aff. iheringii

A dieta de *B. aff. iheringii* foi composta por itens alimentares de origem vegetal e animal, entretanto com predomínio de vegetais. Além disso, destacou-se também o consumo de microcrustáceos e insetos, como Diptera, Ephemeroptera, Hymenoptera e Trichoptera (Figura 5.17). A utilização de recursos alimentares com origem distinta, incluindo principalmente insetos e vegetais sugere um hábito alimentar generalista. Segundo Oricolli e Bennemann (2006), a adaptabilidade trófica apresentada por espécies pertencentes ao gênero *Bryconamericus*, favorece sua ocupação em diferentes ambientes.

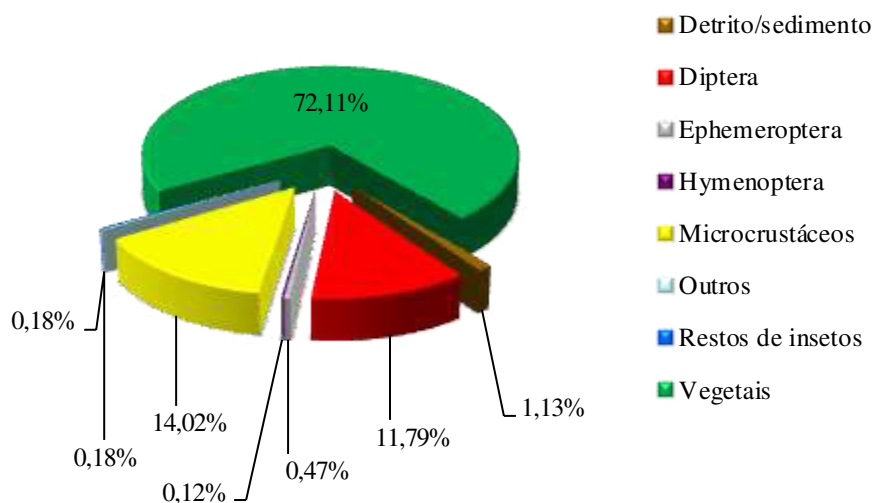


Figura 5.17 – Composição da dieta de *Bryconamericus aff. iheringii* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

A avaliação de possíveis variações espaciais na composição da dieta revelou que na maioria dos locais, a espécie explorou vegetais de forma mais intensa, exceção observada apenas no local TVR, onde a espécie consumiu mais insetos, principalmente Diptera. Assim, nos locais RES, JUS e BCO, o item predominante na dieta foi vegetais (RES = 59,3%; JUS = 51,3% e BCO = 90,9%), sendo que em RES destacou-se também o consumo de microcrustáceos (30,0%) e no JUS e BCO a dieta foi complementada principalmente por Ephemeroptera (25,6 e 4,7%, respectivamente). No local MON não foram amostrados exemplares com estômagos cheios ou parcialmente cheios em condições de análise e as informações obtidas referentes ao TVR são provenientes da análise de apenas um exemplar (Figura 5.18).

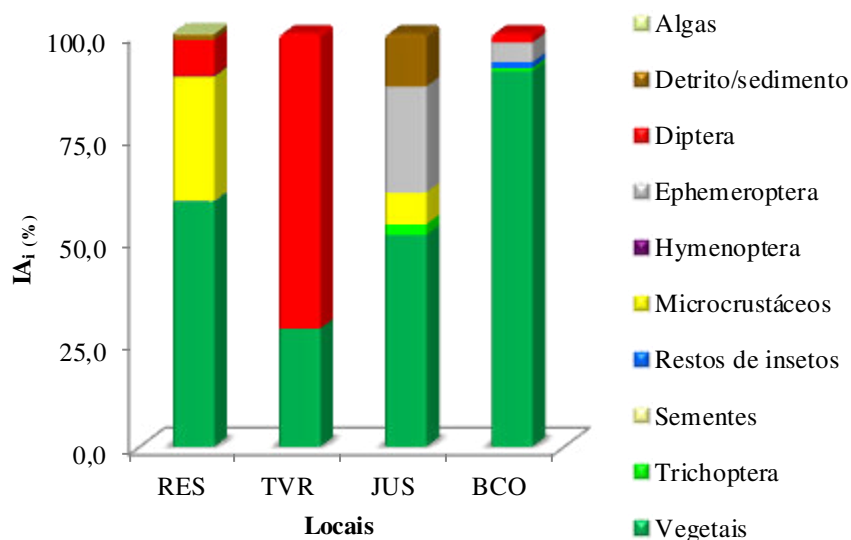


Figura 5.18 – Dieta de *Bryconamericus* aff. *iheringii* nos diferentes locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020. (RES = Reservatório; TVR = Trecho de vazão reduzida; JUS = Jusante; BCO = rio Branco).

A composição da dieta apresentou algumas variações nos meses de amostragem. Em ambos os meses a dieta foi caracterizada pela exploração intensa de vegetais, sendo que, em maio este item correspondeu a 59,3% da dieta, que foi complementada principalmente por microcrustáceos e Diptera (29,6 e 7,9%, respectivamente). Já em Outubro a espécie consumiu vegetais de forma ainda mais intensa, representando 81,0% da dieta, porém explorando grande variedade de itens alimentares entre os quais destacou-se Diptera (14,2%) (Figura 5.19). De forma geral, mesmo nos diferentes meses, a espécie manteve o hábito herbívoro, entretanto, as variações na composição da dieta observadas podem ser consideradas um indicativo de um caráter alimentar oportunista para *B. aff. iheringii*.

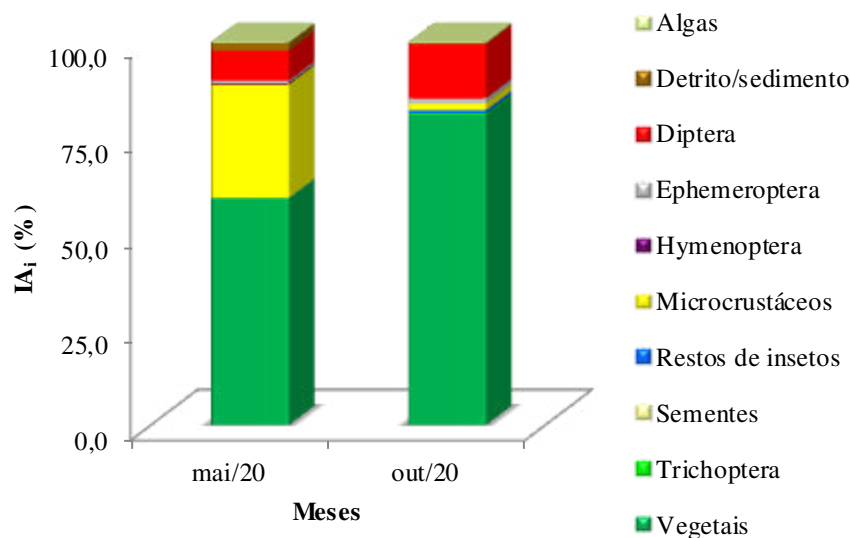


Figura 5.19 – Variação temporal na composição da dieta de *Bryconamericus* aff. *iheringii* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

Reprodução

A reprodução dos exemplares avaliada durante o período de amostragem mostrou que entre todos os locais houve um predomínio de exemplares em estágios de reprodução (RPD) com proporções que ultrapassaram os 50,0%, principalmente nos locais RES, BCO e JUS, seguido de exemplares em repouso (REP), onde as maiores proporções se deram nos locais TVR e MON. A alta frequência de exemplares em reprodução pode ser devido ao fato que as amostragens estão coincidindo com o início da atividade reprodutiva (outubro), e também ao período climático atípico que a região sofreu, com baixos níveis pluviométricos e elevadas temperaturas durante praticamente o ano todo. Além disso as estratégias reprodutivas adotadas pelas principais espécies capturadas favorece este padrão observado, onde algumas delas conseguem realizar desovas parceladas (*Astyanax lacustris*, *S. insculpta* e *Acestrarhynchus lacustris*) (Figura 5.20A). Observando os meses, maio apresentou maior frequência de exemplares em repouso (REP; 49,7%), seguido de exemplares em reprodução (RPD; 43,0%) e imaturos (IMT; 5,8%), em outubro 75,2% dos peixes analisados estavam em estádios reprodutivos, seguidos de 12,3% em repouso, 11,9% em maturação (MAT) e 0,6% imaturos (Figura 5.20B). Os exemplares imaturos (IMT) registrados são em sua grande maioria capturados com auxílio de redes de arrasto e tarrafas, e ainda não atingiram idade de maturação, e a maior frequência no mês de maio indica o fim da atividade reprodutiva e que estes exemplares estão sendo recrutados no ambiente.

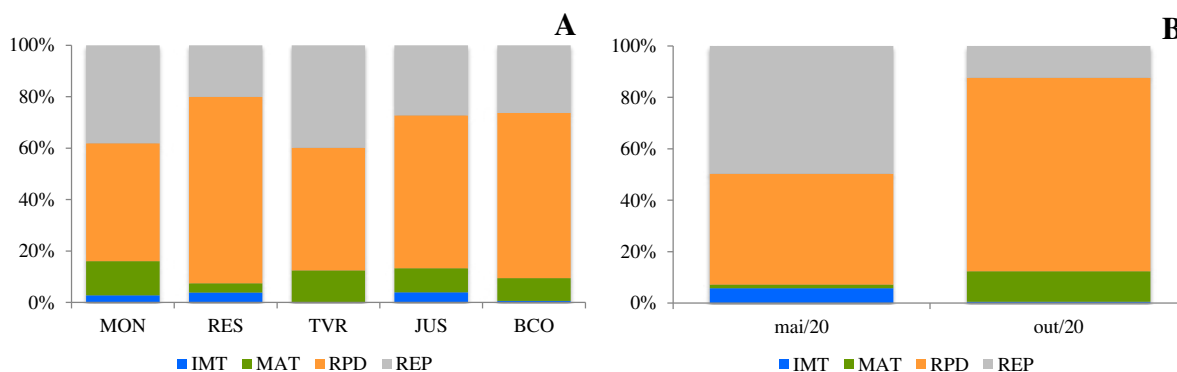


Figura 5.20 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) nos locais de coleta (A) e no período de amostragem (B) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

Entre as 10 espécies mais capturadas na área de influenciada PCH Cantu 2, cinco delas apresentaram maior proporção de exemplares em reprodução sendo elas *Astyanax lacustris*, *S. Insculpta*, *S. nasutus*, *G. gulo* e *A. Piracicabae* e outras cinco exemplares em repouso *Acestrorhynchus lacustris*, *B. aff. iheringii*, *H. cf. paulinus*, *C. modestus* e *H. cf. Strigaticeps*. Todas espécies apresentaram exemplares em maturação, com exceção de *B. aff. iheringii* e *A. piracicabae* apresentou 32,0% de exemplares imaturos (Figura 5.21).

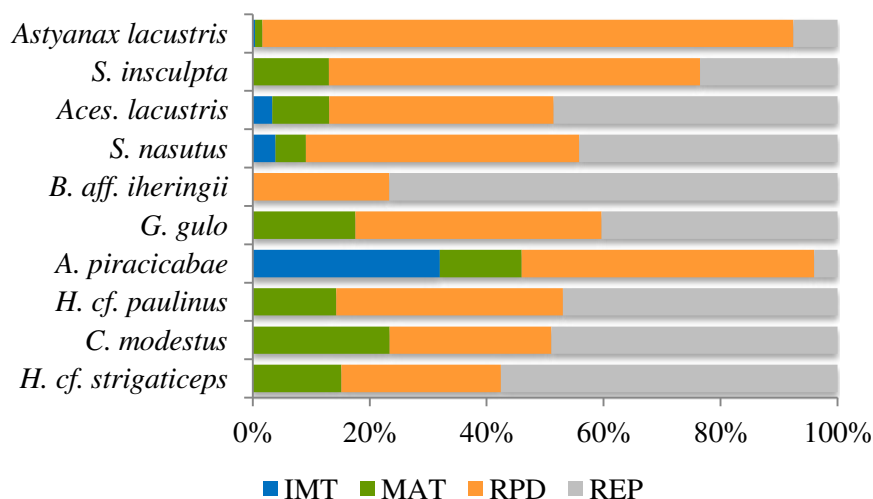


Figura 5.21 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) para as principais espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, nos meses de maio e outubro de 2020.

A reprodução das espécies também foi avaliada levando em consideração as estratégias reprodutivas. Nota-se que entre os três exemplares de espécies migradoras de

longa distância (MIG) um indivíduo era jovem (IMT), um apresentou-se em reprodução e outro em repouso. Espécies sedentárias ou migradoras sem cuidado parental (SSC) apresentaram 66,3% de exemplares em reprodução, seguido de 24,9% em repouso, 7,0% em maturação e 1,9% imaturos, enquanto que as sedentárias ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) apresentaram 40,1% de indivíduos em repouso, seguidas de 35,9% em reprodução, 14,6% em maturação e 9,4% imaturos, para *T. neivai* os exemplares foram capturados apenas em outubro e apresentaram 77,8% em reprodução e 11,1% em repouso e imaturo, cada. Espécies sem informação na literatura (SI) apresentaram 46,2% de exemplares em reprodução, 42,2% em repouso e 10,9% em maturação (Figura 5.22).

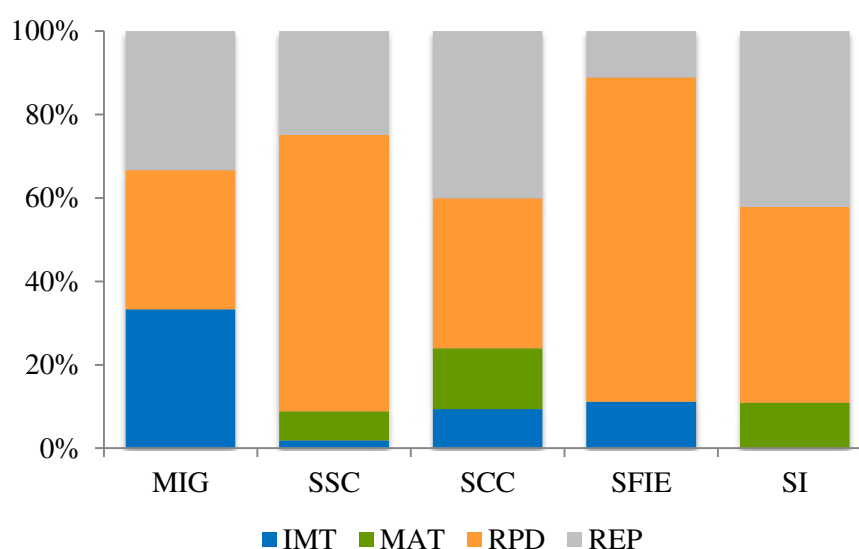


Figura 5.22 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) para as estratégias reprodutivas (MIG = migrador de longa distância; SSC = sedentária ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = sedentária ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio e outubro de 2020.

A análise de correspondência canônica (CCA) para avaliar a estrutura da comunidade de peixes e os eixos da análise de componente principais da qualidade da água (PC) entre os locais de coleta e os meses de amostragem, apesar de não terem apresentado diferenças significativas ($p=0,87$), os dois primeiros eixos foram retidos para interpretação. O eixo 1 apresentou autovalor de 0,210 e representou 12,0% da variabilidade dos dados, e o eixo 2 apresentou autovalor de 0,119 e 6,8% dos dados. Foi possível verificar que os locais RES, TVR e JUS apresentaram maior correlação positiva no eixo 1 em ambos meses, influenciados principalmente pelas espécies *S. brevipinna*, *R. descaldensis*, *P. nasus*, *O. pintoi*, *L.*

platymetopon, *H. cf. nigromaculatus*, *G. sylvius*, *C. jaguarensis*, *B. coeruleus*, *R. aff. quelen*, *T. neivai*, *P. stramineus*, *H. regani*, *C. britskii*, *L. octofasciatus* *H. albopunctatus*, *P. micróstoma*, *Crenicichla sp.* e *I. labrosus*, *H. strigaticeps*, *S. maculatus*, *Serrapinnus sp.* 1 e *G. iporangensis* e a transparência da água no mês de outubro, e *H. ancistroides*, *H. commersoni*, *A. piracicabae*, *H. cf. paulinus*, *P. aff. fasciatus*, *H. mbigua*, *P. lineatus*, *Ancistrus sp.*, *O. paranensis*, *Astyanax lacustris* e *S. nasutus* e os parâmetros Nitrito, temperatura da água e nitrogênio em maio. As espécies *G. gulo*, *L. amblyrhynchus* *S. marginatus*, *P. paranaenses*, *G. inaequilabiatus*, *G. iporangensis* e *Acestorhynchus lacustris* apresentaram correlação negativa ao eixo 1 e positiva ao eixo 2 sendo influenciados pelos parâmetros temperatura do ar, sílica, coliformes, DQO, fósforo, cálcio, sólidos, condutividade e oxigênio, e negativamente pelas espécies *Hoplias sp. 2*, *S. insculpta*, *C. modestus* e *P. aff. bockmanni* e os parâmetros cloretos, magnésio, dureza, amônia, pH, clorofila, nitrato, turbidez, DBO e alcalinidade, principalmente no local MON e BCO (Figura 5.23).

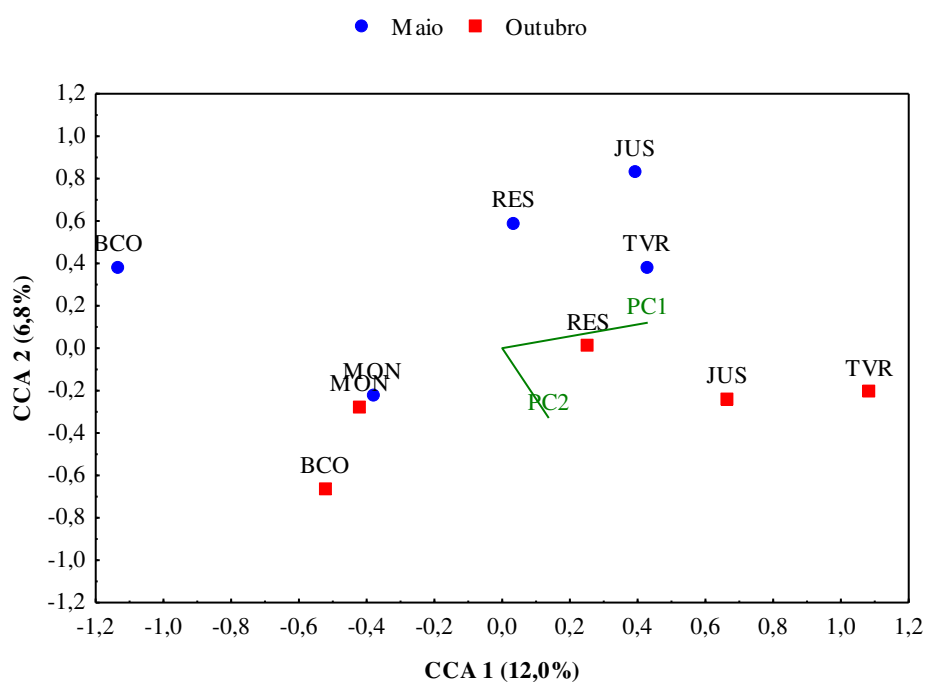


Figura 5.23 – Análise de correspondência canônica aplicada aos dados da abundância de espécies entre os locais e período de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a área de influência da PCH Cantu 2 foram registradas desde o início do monitoramento 90 espécies de peixes, muitas das quais ainda não foram descritas pela ciência e outras que passam por estudos podendo até terem seus nomes alterados. Após o enchimento

do reservatório da PCH Cantu 2 foram capturadas até o momento 77 espécies de peixes, entretanto, na fase pré-enchimento foram capturadas 63 espécies, sendo que 12 espécies ocorreram apenas na fase pré-enchimento e 21 espécies só na fase pós-enchimento, aumentando em uma espécie em relação ao ano de 2019. Dentre as espécies capturadas apenas três são classificadas como migradoras de longa distância *M. obtusidens* e *P. lineatus*, entretanto, a abundância destas espécies neste período foi inferior ao que vem sendo registrada na fase anteriormente.

A maior frequência de espécies não migradoras sem cuidado parental e com cuidado parental é esperada em virtude das características da ictiofauna, que é composta principalmente por espécies de pequeno a médio porte, muitas delas forrageiras e outras sedentárias. Com a formação do reservatório observou-se que estas espécies se sobressairam devido ao tipo de ambiente e as estratégias de vida que estas espécies adotaram.

A captura por unidade de esforço vem apresentando um declínio em seus valores com passar do tempo, desde o início do enchimento do reservatório da PCH Cantu 2, porém em 2020 foram registrados valores maiores que nos últimos períodos (2018 e 2019). Este fato pode estar relacionado à estabilização do ambiente, onde as espécies estão adaptadas às condições ambientais. De forma geral, quando comparados com os dados da fase pré-enchimento, observou-se que os valores médios no número de indivíduos neste período foi muito próximo ao registrado na fase pré-enchimento e a biomassa apresentou um pequeno incremento. Isto pode ser um indicativo de que o ambiente esteja entrando em equilíbrio.

A maioria das espécies cuja composição da dieta foi identificada e avaliada apresentou comportamento alimentar generalista, caracterizado pela exploração de um amplo espectro de itens alimentares. Tal característica é frequente entre as espécies de pequeno porte, que apresentam plasticidade trófica, que permite a elas consumir grande variedade de itens alimentares, ou mesmo variar a composição da dieta ao longo do tempo ou espaço. Entre as espécies de médio porte, algumas apresentaram uma dieta mais especializada, utilizando um espectro de itens alimentares mais restrito, entre estas vale citar *O. paranensis* que explorou principalmente insetos, *R. descavadensis* que consumiu grande quantidade de escamas e *Acestrorhynchus lacustris*, *S. maculatus* e *S. marginatus*, que consumiram peixes, ou pedaços de peixes, exclusivamente, revelando tendência a piscivoria.

Considerando o número de exemplares com estômagos cheios ou parcialmente cheios em condições de análise para cada local e mês de amostragem, foi possível realizar a avaliação da variação espacial e temporal na composição da dieta apenas para *Astyanax lacustris* e *Bryconamericus* aff. *iheringii*, espécies de pequeno porte, que por sua vez,

demonstraram caráter oportunista em relação a alimentação, variando os itens predominantes na dieta ao longo dos meses e entre os locais, possivelmente aproveitando os recursos mais disponíveis em determinados locais e períodos. O generalismo e o oportunismo trófico possibilitam a essas espécies evitar a competição pelos recursos, possibilitando o sucesso na ocupação de diferentes ambientes, ou em ambientes que sofreram alterações na disponibilidade de recursos alimentares.

Neste ano, devido aos fatores climáticos que a região passou, com baixos níveis pluviométricos e temperaturas acima da média, até mesmo no inverno, os dois meses amostrados apresentaram valores elevados de captura.

Os atributos da assembleia da ictiofauna na área de influência da PCH Cantu 2, mostram uniformidade na distribuição das espécies de peixes entre os locais e também entre os meses de estudo, contudo os locais TVR e JUS apresentaram os maiores valores de diversidade equitabilidade e riqueza quando comparado ao período anterior a formação do reservatório, mostrando que a jusante do barramento a comunidade ictica não está sendo afetada. O aparecimento e aumento nas capturas de espécies não nativas como *C. rendalli* é esperado, visto que é uma espécie amplamente utilizada na aquicultura e o escape para o ambiente natural é muitas vezes realizado sem controle, no entanto, pode afetar futuramente o equilíbrio ambiental em relação às espécies nativas.

5.5 REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Pelicice, F.M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. EDUEM, Maringá, PR, BR, 501 p.
- Benedito-Cecilio, E., Agostinho, A.A. 1997. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho A.A., Gomes, L.C. (eds). Reservatório de Segredo: bases para o manejo. Maringá. EDUEM. p. 97-111.
- Benedito-Cecílio, E., Agostinho, A.A., Júlio JR., H.F., Pavanelli, C.S. 1997. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. Revista Brasileira Zoologia, v. 14, n. 1, p. 1-14.
- Bennemann, S.T., Gealh, A.M., Orsi, M.L., Souza, L.M. 2005. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., v. 95, n. 3, p. 247-254.
- Bennemann, S.T., Silva-Souza, A.T., Rocha, G.R.A. 1995. Composición ictiofaunística en cinco localidades de la cuenca del río Tibagi PR – Brasil. Interciência, v. 20, n. 1, p. 7-13.
- Buckup, P.A., Menezes, N.A., Ghazzi, M.S. 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, BR, 195 p.
- Caramaschi, E.P. 1986. Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP). Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Froese, R., Pauly, D. 2010. FishBase. Worldwide web electronic publication. 2010. Disponível em: <<http://www.fishbase.org>> Acesso em 12 Ago. 2010.
- Garutti, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna de um córrego na região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do Rio Paraná. Revista Brasileira de Biologia, v. 48, p. 747-759.
- Graça, W.J., Pavanelli, C.S. 2007. Peixes da Planície de Inundação do Alto rio Paraná e Áreas Adjacentes. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. EDUEM.
- Gubiani, E.A. 2006. Variações espaciais e temporais na composição e abundância da ictiofauna do rio Piquiri. Exame Geral de Qualificação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Hahn, N.S., Fugi, R., Almeida, V.L.L., Russo, M.R., Loureiro, V.E. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A., Gomes, L.C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM. p. 141-162.
- Hahn, N.S., Fugi, R., Andrian, I.F. 2004. Trophic ecology of the fish assemblages. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (eds.). The upper Paraná river and its floodplain physical aspects, ecology and conservation. Backhuys Publishers, Leiden. p. 247-259.
- Jackson, D.A. 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. Ecology, v. 74, p. 2204-2214.

- King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books. Blackwell Science Ltd. Oxford, p. 107-117.
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo. 534 pp.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, London. 179 p.
- Marques, E.E., Silva, R.M., Silva, D.S. 2009. Variações espaciais na estrutura das populações de peixes antes e após a formação do reservatório de Peixe Angical. In: Agostinho C.S., Pelicice, F.M., Marques, E.E. (Org). Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna. São Carlos. RiMa. p. 51-57.
- McCune, B., Grace, J.B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MJM Publishers.
- McCune, B., Mefford, M.J. 2006. Multivariate analysis of ecological data. version 5, Gleneden Beach-Oregon: MjM Software Design.
- Oricolti, M.C.G. & Bennemann, S.T. 2006. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em riachos da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná. Acta Sci. Biol. Sci., v. 28, n. 1, p. 59-63.
- Shibatta, O.A., Orsi, M.L., Bennemann, S.T., Silva-Souza, A.T. 2002. Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. In: Medri, M.E., Bianchini, E., Shibatta, O.A., Pimenta, J.A (eds.), A bacia do Rio Tibagi. EDUEL, Londrina. . p. 403-423.
- Suzuki, I.H., Vazzoler, M.E.A.M., Marques. E.E., Perez Lima, M.A., Inada, P. 2004. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. The upper Paraná river and its floodplain. Leiden:Backuys Publishers, p. 271-291.
- Tundisi, J. G. 1999. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: Henry, R. (ed). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu, Fundibio; São Paulo, Fapesp. p. 19-38.
- Van der Laan, R. 2017. Freshwater fish list: an alphabetic scientific name list of the world's freshwater fishes and an overview of the scientific names used in the aquarium literature. 22. ed. ISSN: 2468-9157.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM/SBI/CNPq/Nupelia, 169 p.

Toledo, 17 de dezembro de 2020

Gilmar Baumgartner
 CRBio 17466-D
 Responsável Técnico

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE

FASE DE OPERAÇÃO

(13ª e 14ª campanha)

**PCH CANTU 2
Rio Cantu, Paraná**

Novembro, 2020

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	1
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	1
3.1	Áreas Amostrais	1
3.2	Período de Amostragem	3
4	GRUPOS TAXONÔMICOS.....	3
4.1	Herpetofauna	3
4.1.1	Procedimentos Metodológicos.....	3
4.1.2	Resultados.....	8
4.1.3	Considerações.....	16
4.1.4	Registros fotográficos	17
4.2	Avifauna	18
4.2.1	Procedimentos Metodológicos.....	18
4.2.2	Resultados.....	21
4.2.3	Considerações.....	43
4.2.4	Registros Fotográficos	44
4.3	Mastofauna	46
4.3.1	Procedimentos Metodológicos.....	46
4.3.2	Resultados.....	48
4.3.3	Considerações.....	57
4.3.4	Registros Fotográficos	58
4.4	Entomofauna.....	59
4.4.1	Procedimentos Metodológicos.....	60
4.4.2	Resultados.....	61
4.4.3	Considerações.....	70
4.4.4	Registros Fotográficos	71
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
6	EQUIPE TÉCNICA.....	77
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
8	ANEXOS	81
	AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL Nº 50755.....	81
	ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	82

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta as atividades do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre da PCH Cantu 2 referentes à 13^a e 14^a campanhas realizadas em abril e outubro de 2020.

As atividades desenvolvidas atendem Autorização Ambiental N^o 50755 emitida em 09 de abril de 2019 com validade de 2 anos (ANEXO I).

2 OBJETIVOS

Esse Programa tem o intuito de levantar informações sobre a riqueza e a abundância das espécies da fauna terrestre que habitam a área de influência da PCH Cantu 2, promovendo conhecimento em relação ao comportamento dessa comunidade biológica, frente à nova realidade criada, com a formação do reservatório.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A seguir, serão apresentados os estudos obtidos na campanha de abril e outubro de 2020.

3.1 ÁREAS AMOSTRAIS

Durante as campanhas de monitoramento de fauna da PCH Cantu 2 realizadas em abril e outubro de 2020 foram inventariadas quatro áreas amostrais (Figura 3.1.1 e Tabela 3.1.1). Essas áreas amostrais foram nomeadas de acordo com a margem do rio e também pela proximidade com o barramento.

O **Ponto MD01 (MD – Margem Direita)**, localizado próximo ao barramento, é uma área que apresenta vegetação florestal em estágio secundário de regeneração, já existente antes da formação do reservatório. Faz divisa com área de pasto, e no seu entorno existe a presença de gado. O acesso a essa área pode ser feito por terra ou água, sendo preferível o acesso pelo reservatório.

O **Ponto MD02** se encontra na porção mediana do reservatório, onde a vegetação encontra-se em estágio intermediário da sucessão. Faz divisa com região de pasto e de uma reserva florestal da propriedade vizinha, onde foram

realocados indivíduos da fauna durante o período de resgate (Fase de enchimento do reservatório). Devido a seu histórico de presença de gado no interior da mata, a vegetação é espaçada, com pouca presença de regeneração natural.

O **Ponto ME01** (ME – Margem Esquerda) é representado por uma faixa de mata ciliar, as margens do rio Branco, tributário do rio Cantu. Faz divisa com pastagens e servindo como corredor ecológico para uma área de mata com tamanho considerável no interior da propriedade, local de soltura da fauna no período de resgate. Como no ponto MD02, o gado era presente na área antes da formação do reservatório, entretanto nessa área já se verifica uma maior quantidade de indivíduos arbóreos de pequeno porte em crescimento.

O **Ponto ME02** é um remanescente florestal localizado na porção mediana do reservatório. Sua vegetação está em estágio secundário de regeneração, a uma presença significativa de indivíduos arbóreos de grande porte, entretanto a vegetação é espaçada, evidenciando também o histórico de presença de gado no local. Poucos indivíduos arbóreos em crescimento foram registrados.



Figura 3.1.1 - Localização das quatro áreas amostrais inventariadas durante o monitoramento de Fauna Terrestre da PCH Cantu 2, com a indicação do local da barragem.

Tabela 3.1.1 - Coordenadas geográficas dos pontos amostrais monitorados durante o monitoramento da fauna terrestre para a PCH Cantu 2, município de Nova Cantu.

Local	Coordenadas UTM Fuso 22J	
Ponto MD01	352945	7262654
Ponto MD02	354368	7264557
Ponto ME01	353645	7261851
Ponto ME02	354651	7263287

3.2 PERÍODO DE AMOSTRAGEM

A campanha 13 foi realizada no período de 26 a 30 de abril de 2020 enquanto que a campanha 14 foi realizada no período de 26 a 30 de outubro de 2020.

4 GRUPOS TAXONÔMICOS

A seguir serão apresentados separadamente por táxons (Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna e Entomofauna) os procedimentos metodológicos utilizados durante o ano de 2020 bem como os resultados obtidos nesse período.

4.1 HERPETOFAUNA

4.1.1 Procedimentos Metodológicos

- **Amostragem de Campo**

As amostragens da herpetofauna no ano de 2020 foram realizadas no período de 26 a 30 de abril e 26 a 30 de outubro. A riqueza e a abundância das espécies de anfíbios e répteis foram determinadas por meio de quatro metodologias complementares: a captura com armadilhas de interceptação e queda, a procura sistematizada limitada por tempo, a amostragem em sítio de reprodução e os encontros ocasionais, apresentadas abaixo.

Captura com armadilhas de interceptação e queda (HEYER *et al.*, 1994; MCDIARMID *et al.*, 2012): em cada uma das quatro áreas amostrais foi

instalada uma linha de armadilha (Tabela 4.1.1.1). Cada armadilha foi composta por cinco baldes plásticos de 60 litros enterrados no solo deixando-se suas bocas expostas, distantes linearmente um do outro por 10 metros e conectados entre si por uma cerca-guia de lona plástica de 50 metros de extensão e 50 centímetros de altura, estendida perpendicularmente ao solo de forma a guiar os animais para o receptáculo, onde caíam e ali permaneciam reclusos (Figura 4.1.1.1). Todos os baldes tinham pequenas perfurações no fundo a fim de se evitar o acúmulo de água da chuva e uma placa de isopor foi colocada em seu interior para salvaguardar os espécimes ali reclusos de afogamento. Estas armadilhas permaneceram ativas por quatro noites (cinco dias) consecutivas, sendo vistoriadas diariamente durante a campanha, e ao final da mesma todos os baldes foram fechados com suas respectivas tampas. O esforço de captura ao final do período de amostragem de cada campanha totalizou 100 baldes.dia somadas as quatro áreas.

Tabela 4.1.1.1 – Localização das armadilhas de interceptação e queda nas áreas amostrais na região da PCH Cantu 2

Área	Coordenadas geográficas (UTM – 22 J)	
	E	S
MD01	352535	7262355
MD02	354449	7264260
ME01	353636	7261719
ME02	354657	7263303



Figura 4.1.1.1 – Armadilha de interceptação e queda (MD02, 22J 354449/7264260)

Procura sistematizada limitada por tempo (adaptado de HEYER *et al.*, 1994 e MCDIARMID *et al.*, 2012): consistiu em deslocamentos lentos a pé durante os períodos diurno e noturno nas quatro áreas amostrais com a procura visual e/ou auditiva de anfíbios e répteis em seus ambientes naturais, sejam em atividade ou em repouso (sobre a serrapilheira, em corpos-d'água, sob pedras, troncos, em tocas, sobre ou entre a vegetação, etc.) (Figura 4.1.1.2). Em cada campanha cada área foi amostrada durante um dia tendo sido despendidas 3 horas de busca, distribuídas em 2 horas de procura diurna e uma hora de busca noturna, totalizando 12 horas de amostragem para as quatro áreas.



Figura 4.1.1.2 – Procura sistematizada limitada por tempo (MD01, 22J 352640/7262371)

Amostragem em sítio de reprodução (HEYER *et al.*, 1994): baseou-se na procura auditiva e/ou visual de anfíbios anuros em seus ambientes de reprodução durante o período noturno nas quatro áreas amostrais (Figuras 4.1.1.3 a 4.1.1.6). Em cada campanha cada área foi amostrada durante uma noite, tendo sido despendida uma hora de procura por área, totalizando 4 horas de amostragem para as quatro áreas.



Figura 4.1.1.3 – Poça em borda de floresta (MD01, 22J 352962/7262594)

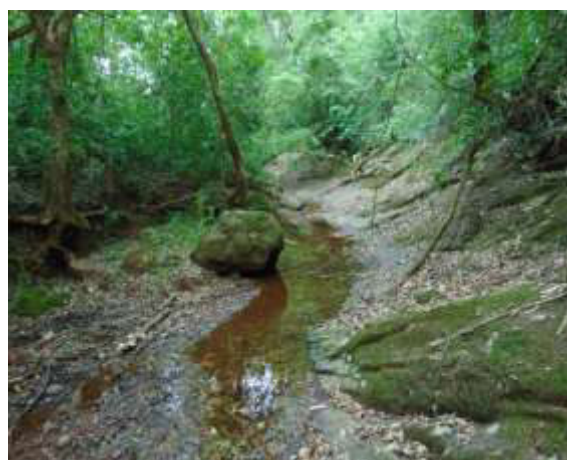


Figura 4.1.1.4 – Córrego florestal (MD02, 22J 354232/7264573)



Figura 4.1.1.5 – Poça em borda de floresta (ME01, 22J 353452/7261677)



Figura 4.1.1.6 – Margem do reservatório (ME02, 22J 354651/7263307)

Encontros ocasionais (adaptado de SAWAYA *et al.*, 2008): correspondeu ao registro de espécies por meio da procura visual e/ou auditiva aleatória fora das quatro áreas amostrais (entorno do reservatório), assim como de animais (especialmente serpentes e lagartos) encontrados vivos e/ou mortos em estradas da região durante os deslocamentos com veículo automotor até as áreas de amostragem. Estes registros serviram para incrementar a lista de espécies da região, não sendo, porém, considerados nas análises entre as áreas.

Para cada registro, após a identificação da espécie, foram anotados dados mesológicos e físicos como data, área amostral, coordenadas geográficas, método de amostragem, ambiente e outros dados que se julgaram relevantes.

• **Análise dos Dados**

A detecção de espécies raras e/ou endêmicas foi realizada por meio de consultas à literatura científica relacionada à distribuição geográfica dos táxons registrados (VALDUJO *et al.*, 2012; HADDAD *et al.*, 2013; AZEVEDO *et al.*, 2016; GARDA *et al.*, 2017; MOURA *et al.*, 2017). A identificação de espécies ameaçadas e de interesse conservacionista foi efetuada mediante consultas à lista dos anfíbios e répteis ameaçados de extinção no estado do Paraná (BÉRNILS *et al.*, 2004; SEGALLA & LANGONE, 2004), à lista da fauna

brasileira ameaçada de extinção, de acordo com a Portaria Nº 444 de 17 de dezembro de 2014 (MMA, 2014), à lista da fauna brasileira quase ameaçada e com dados insuficientes (ICMBIO, 2014), à lista da *International Union for the Conservation of Nature – The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN, 2020) e aos apêndices da *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2020), sendo estas duas últimas sob âmbito internacional.

A nomenclatura e arranjo taxonômico adotados no presente estudo seguem a proposta de Frost (2020) para anfíbios e Uetz *et al.* (2020) para répteis.

A partir dos dados levantados a herpetofauna foi caracterizada em função de estimativas de riqueza, abundância e diversidade entre os locais amostrados. A suficiência amostral de toda a área foi avaliada por meio da curva de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada, esta última considerando o índice Jackknife de primeira ordem, obtidas com uso do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013).

A diversidade de espécies das áreas amostrais e do conjunto delas foi determinada computando-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), utilizando-se o programa PAST 4.03 (HAMMER *et al.*, 2001).

4.1.2 Resultados

Ao final das duas campanhas foram registradas 14 espécies da herpetofauna, correspondendo a 78% das 18 espécies assinaladas para a área nas doze campanhas anteriores da fase de operação do empreendimento. Duas delas, os anuros *Crossodactylus schmidti* e *Proceratophrys avelinoi*, não haviam sido observadas anteriormente em ambas as etapas de construção e operação da usina (Tabela 4.1.2.1).

Tabela 4.1.2.1 – Lista das espécies de anfíbios e répteis registradas durante o monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Táxon	Fase de Construção	Fase de Operação - 1ª a 12ª campanha					Fase de Operação - 13ª campanha					Fase de Operação - 14ª campanha					Método
		MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	
Amphibia																	
Anura																	
Bufonidae																	
<i>Rhinella diptycha</i>	X	11	15	12	8	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	AIQ; ASR; PSL
<i>Rhinella icterica</i>	X																
<i>Rhinella</i> sp.	X																
Centrolenidae																	
<i>Vitreorana uranoscopa</i>	X																
Hylidae																	
<i>Boana albopunctata</i>	X																
<i>Boana caingua</i>	X																
<i>Boana faber</i>	X	2	4	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ASR; PSL
<i>Boana prasina</i>	X	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	ASR
<i>Boana raniceps</i>	X																
<i>Dendropsophus minutus</i>	X	7	13	6	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	ASR
<i>Dendropsophus nanus</i>	X	15	14	14	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	ASR
<i>Scinax fuscovarius</i>	X	8	7	5	4	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	ASR; PSL
<i>Trachycephalus</i> sp.	X																
Hylodidae																	
<i>Crossodactylus schmidti</i>		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	ASR
<i>Crossodactylus</i> sp.	X																
Leptodactylidae																	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	X	7	10	6	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	ASR; PSL
<i>Leptodactylus latrans</i>	X	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	ASR; PSL



CANTU ENERGÉTICA S.A.

<i>Leptodactylus mystacinus</i>	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AIQ
<i>Physalaemus cuvieri</i>	X	5	4	5	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	ASR; PSL
Microhylidae																		
<i>Elachistocleis bicolor</i>	X	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	ASR; PSL
Odontophrynidae																		
<i>Odontophrynus americanus</i>	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AIQ
<i>Proceratophrys avelinoi</i>		0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ASR
<i>Proceratophrys bigibbosa</i>	X																	
Phyllomedusidae																		
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	ASR
Reptilia																		
Testudines																		
Chelidae																		
<i>Phrynops sp.</i>	X																	
Squamata																		
Sauria																		
Gekkonidae																		
<i>Hemidactylus mabouia</i>	X																	
Teiidae																		
<i>Salvator merianae</i>	X	3	2	2	1	7	0	0	0	0	0	3	2	3	3	3	1	EOC; PSL
Ophidia																		
Dipsadidae																		
<i>Erythrolamprus miliaris</i>	X																	
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	X	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL
<i>Ptychophis flavovirgatus</i>		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL
<i>Thamnodynastes strigatus</i>		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL
Viperidae																		
<i>Bothrops jararaca</i>	X	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PSL



CANTU ENERGÉTICA S.A.

<i>Crotalus durissus</i>	X	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	EOC; PSL
Anomalepididae																	
<i>Liotyphlops beui</i>	X																
Número total de espécies	30	14	11	15	8	2	5	4	2	2	1	4	8	3	2	1	
		18					11					11					
Número total de registros		68	75	60	25	8	9	6	3	2	1	7	13	5	6	1	
		236					21					32					

Legenda: Área: **ENT** – entorno do reservatório. **Método:** **AIQ** – captura com armadilhas de interceptação e queda; **ASR** – amostragem em sítio de reprodução; **EOC** – encontros ocasionais; **PSL** – procura sistematizada limitada por tempo.

Doze espécies pertencem ao grupo dos anfíbios anuros, distribuídas entre as famílias Bufonidae (uma espécie), Hylidae (4), Hylodidae (1), Leptodactylidae (3), Microhylidae (1), Odontophrynidae (1) e Phyllomedusidae (1). Duas espécies são répteis, divididas em lagartos (Teiidae: uma espécie) e serpentes (Viperidae: 1).

Analisando-se as curvas de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada geradas ao final da décima quarta campanha, verifica-se que as mesmas demonstraram-se ascendentes, indicando que mais espécies deverão ocorrer na região. A riqueza estimada para a área foi de 27 espécies (Figura 4.1.2.1).

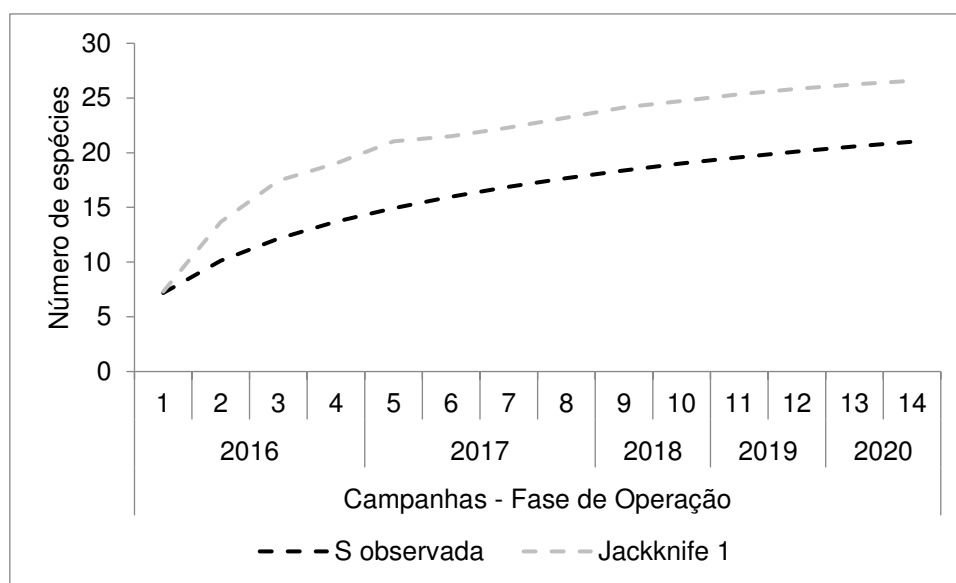


Figura 4.1.2.1- Curvas de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada em função do número de campanhas na fase de operação obtidas ao longo do monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Das quatorze espécies registradas, oito foram encontradas na MD01, dez na MD02, quatro na ME01, três na ME02, e duas no entorno do reservatório.

Um total de 53 indivíduos foi registrado, sendo 16 espécimes assinalados na MD01, 19 na MD02, oito na ME01, oito na ME02 e dois no entorno do reservatório.

Somadas as duas campanhas, a maior diversidade de espécies foi observada para a MD02 (2,23 nats.indivíduo), seguida da MD01 (1,89

nats.indivíduo), ME01 (1,32 nats.indivíduo) e ME02 (0,97 nats.indivíduo). A diversidade de todas as áreas juntas foi superior aos valores de cada uma delas individualmente (2,44 nats.indivíduo) (Tabela 4.1.2.2).

Tabela 4.1.2.2 – Valores de diversidade obtidos ao final da décima quarta campanha da fase de operação para cada área amostral e para todas elas consolidadas durante o monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Índice	Área				
	1ª a 12ª campanha				
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
Riqueza	14	11	15	8	18
Abundância	68	75	60	25	228
Diversidade (H')	2,32	2,12	2,29	1,85	2,31
	13ª a 14ª campanha				
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
Riqueza	8	10	4	3	13
Abundância	16	19	8	8	51
Diversidade (H')	1,89	2,23	1,32	0,97	2,44

Sob o ponto de vista ecológico, os anuros *Dendropsophus minutus*, *D. nanus*, *Elachistocleis bicolor*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus cuvieri*, *Rhinella diptycha* e *Scinax fuscovarius*, e a serpente *Crotalus durissus*, habitam preferencialmente ambientes abertos. Nas áreas amostrais, *D. minutus*, *D. nanus*, *E. bicolor*, *L. fuscus*, *P. cuvieri*, *R. diptycha* e *S. fuscovarius* foram observados junto à borda da floresta. O anuro *Crossodactylus schmidtii* habita exclusivamente ambientes florestais. Já os anuros *Boana prasina*, *Leptodactylus latrans*, *Phyllomedusa tetraploidea* e *Proceratophrys avelinoi*, e o lagarto *Salvator merianae*, ocupam tanto áreas abertas como habitats de mata (Tabela 4.1.2.3).

Tabela 4.1.2.3 – Aspectos ecológicos e conservacionistas das espécies de anfíbios e répteis registradas ao longo das campanhas de monitoramento da herpetofauna na fase de operação da PCH Cantu 2

Táxon	Nome Popular	Hábitat	Endêmica da Mata Atlântica	Status de Conservação			
				Estadual	Nacional	Internacional	
				Paraná	Brasil	IUCN	CITES
Amphibia							
Anura							
Bufonidae							

Táxon	Nome Popular	Hábitat	Endêmica da Mata Atlântica	Status de Conservação			
				Estadual	Nacional	Internacional	
				Paraná	Brasil	IUCN	CITES
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	AA	Não	-	-	LC	-
Hylidae							
<i>Boana faber</i>	Sapo-ferreiro	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Boana prasina</i>	Perereca-verde	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Dendropsophus minutus</i>	Pererequinha-do-brejo	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Dendropsophus nanus</i>	Pererequinha-do-brejo	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	AA	Não	-	-	LC	-
Hylodidae							
<i>Crossodactylus schmidtii</i>	Rãzinha-de-riacho	FL	Sim	-	NT	NT	-
Leptodactylidae							
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rãzinha-assobiadora	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Leptodactylus latrans</i>	Rã-manteiga	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Rãzinha-assobiadora	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã-cachorro	AA	Não	-	-	LC	-
Microhylidae							
<i>Elachistocleis bicolor</i>	Sapo-guardinha	AA	Não	-	-	LC	-
Odontophrynidae							
<i>Odontophrynus americanus</i>	Sapo-boi	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	Sapo-de-chifres	AA/FL	Sim	-	-	LC	-
Phyllomedusidae							
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	Perereca-macaco	AA/FL	Não	-	-	LC	-
Reptilia							
Squamata							
Sauria							
Teiidae							
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	AA/FL	Não	-	-	LC	All
Ophidia							
Dipsadidae							
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	Cobra-capim	AA	Não	-	-	-	-
<i>Ptychophis flavovirgatus</i>	Cobra-espada-d'água	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	Corredeira-grande	AA/FL	Não	-	-	LC	-
Viperidae							
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca	FL	Não	-	-	LC	-
<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel	AA	Não	-	-	LC	-

Legenda: Hábitat: AA – área aberta; **FL** - floresta. **Status de Conservação: All** – Apêndice II (espécies que podem vir a se tornar ameaçadas de extinção caso seu comércio não seja controlado); **LC** – Pouco Preocupante; **NT** – Quase Ameaçada.

Espécies que mantêm estreita e complexa relação de interdependência com os ambientes em que vivem são altamente sensíveis, e em função destas características, têm sido reconhecidas como excelentes indicadoras de qualidade ambiental. Para a área de estudo destaca-se a presença da rãzinha-de-riacho (*Crossodactylus schmidtii*), registrada na MD02, por representar uma forma estritamente florestal, associada a córregos de águas límpidas e fundo pedregoso de interior de floresta, e bastante sensível a alterações na cobertura florestal. Sua ocorrência naquele local sugere um bom estado de conservação daquele ambiente.

Crossodactylus schmidtii e o sapo-de-chifres (*Proceratophrys avelinoi*) são endêmicos do bioma Mata Atlântica (Tabela 4.1.2.3).

A serpente cascavel (*Crotalus durissus*) representa uma espécie de interesse médico. Além de possuir uma peçonha bastante tóxica, ocupa naturalmente ambientes antropizados, representando maiores riscos de acidentes para a população local e animais de criação.

Dois espécies apresentam caráter cinegético, a rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*) e o lagarto teiú (*Salvator merianae*). A primeira trata-se de um anuro de tamanho médio e porte robusto, podendo alcançar até 12 centímetros de comprimento. O segundo é uma espécie de grande porte, que pode atingir 1,4 metros e pesar até 5 quilos. Ambos são objeto da atividade de caça devido à sua carne ser ainda bastante apreciada, especialmente em áreas rurais ou em localidades de menor desenvolvimento socioeconômico. Assim como o lagarto teiú também é abatido por ser considerado um animal daninho, por invadir galinheiros e predação ovos e pintos. Contudo, não foram observados indícios de atividade de caça sobre estes animais na região.

Nenhuma espécie registrada nas duas campanhas encontra-se ameaçada de extinção nos três níveis avaliados. Porém, cabe mencionar que a rãzinha-de-riacho (*Crossodactylus schmidtii*) está enquadrada nacional e

internacionalmente na categoria “Quase Ameaçada” (Tabela 4.1.2.3). Também não foram observadas espécies raras, pouco conhecidas da ciência, exóticas e/ou invasoras.

4.1.3 Considerações

Ao final da décima quarta campanha da fase de operação foi registrado um total de 289 indivíduos da herpetofauna, sendo 249 anfíbios anuros e 40 répteis. Vinte e uma espécies foram identificadas, das quais 15 são anuros e 6 répteis. Os anuros estão distribuídos entre as famílias Bufonidae (uma espécie), Hylidae (5), Hylodidae (1), Leptodactylidae (4), Microhylidae (1), Odontophrynidae (2) e Phyllomedusidae (1). Os répteis dividem-se em lagartos (Teiidae: uma espécie) e serpentes (Dipsadidae: 3 e Viperidae: 2).

As curvas de acumulação de espécies demonstraram-se ascendentes, indicando que mais espécies deverão ocorrer na região.

A riqueza, abundância e diversidade entre as áreas amostrais variaram ao longo das campanhas, influenciadas pelo número de registros realizados em cada local.

A rãzinha-de-riacho (*Crossodactylus schmidtii*) representa uma espécie estenóica, sendo estritamente florestal e bastante sensível a alterações na cobertura florestal.

Crossodactylus schmidtii e o sapo-de-chifres (*Proceratophrys avelinoi*) são endêmicos do bioma Mata Atlântica.

As serpentes jararaca (*Bothrops jararaca*) e a cascavel (*Crotalus durissus*), devido à sua periculosidade e plasticidade ecológica, são espécies de interesse médico.

A rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*) e o lagarto teiú (*Salvator merianae*) apresentam caráter cinegético, porém não foram observados indícios de atividade de caça sobre estes animais na região.

Nenhuma espécie registrada encontra-se ameaçada de extinção nos três níveis avaliados. Tampouco foram observadas espécies raras, pouco conhecidas da ciência, exóticas e/ou invasoras.

Dentre os principais impactos relacionados à implantação de empreendimentos hidrelétricos sobre a herpetofauna estão a perda e a alteração do ambiente natural, que podem ocasionar conseqüentemente uma redução na diversidade de espécies locais. Até o presente momento não foram verificadas quedas na riqueza e abundância nas áreas afetadas que evidenciem a presença de impactos negativos da construção e operação do empreendimento sobre a fauna de anfíbios e répteis local. Assim como no decorrer das campanhas mais espécies eram registradas praqueles ambientes.

4.1.4 Registros fotográficos

As Figuras 4.1.4.1 a 4.1.4.4 ilustram algumas espécies da herpetofauna registradas na 13ª e 14ª campanha de monitoramento da fauna terrestre da PCH Cantu 2.



Figura 4.1.4.1 – *Rhinella diptycha* (sapo-cururu) registrada por meio da procura sistematizada limitada por tempo na MD02 (22J 354257/7264492)



Figura 4.1.4.2 – *Dendropsophus minutus* (pererequinha-do-brejo) registrado por meio da amostragem em sítio de reprodução na MD02 (22J 354359/7264390)



Figura 4.1.4.3 – *Scinax fuscovarius* (perereca-de-banheiro) registrada por meio da amostragem em sítio de reprodução na MD02 (22J 354368/7264557)

Figura 4.1.4.4 – *Elachistocleis bicolor* (sapo-guardinha) registrado por meio da procura sistematizada limitada por tempo na MD01 (22J 352690/7262432)

4.2 AVIFAUNA

4.2.1 Procedimentos Metodológicos

Obtenção de dados secundários

Antes do início da execução do monitoramento propriamente dito, um levantamento dos dados bibliográficos disponíveis na literatura foi realizado com o objetivo de se obter uma lista das espécies de provável ocorrência na área. Desta forma, antes do início das atividades, buscou-se saber as espécies previstas ou possíveis de serem registradas nos ambientes existentes na área de influência da PCH Cantu 2. Para esta compilação foi feita uma atualização taxonômica, utilizando-se a última revisão do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2015).

Métodos empregados

Registros visuais (observação direta)

Durante todo o período de permanência na área de estudo houve contatos visuais com elementos da avifauna. Com o auxílio de equipamentos ópticos específicos (binóculos 8x42 mm), caracteres morfológicos importantes das espécies foram observados, permitindo uma correta identificação dos táxons.



Figura 4.2.1.1 – Ornitólogo observando ave durante a campanha 13 do monitoramento de fauna da PCH Cantu 2. Abril de 2020

Registros auditivos (bioacústicos)

O registro auditivo consiste no reconhecimento das emissões vocais das espécies em questão. Cada espécie de ave possui vocalizações exclusivas e a experiência dos pesquisadores permite sua correta identificação. A técnica de *playback* também foi utilizada para se obter uma melhor visualização de espécies crípticas, ou mesmo registrá-las fotograficamente.

Registros fotográficos

Registros fotográficos estão sendo feitos durante o estudo com objetivo de se obter material comprobatório da ocorrência das espécies na Área de Influência Direta da PCH Cantu 2. Desta forma, é obtida a confirmação da ocorrência de determinadas aves sem a necessidade de coleta de material biológico. Para tanto, é utilizado material fotográfico profissional, o equipamento utilizado para registros fotográficos foi Câmera Nikon D7100 + Lente Nikon Nikkor 70-300 VR.

Registros indiretos

Vestígios de aves encontradas em toda a região avaliada serão considerados válidos caso a identificação da espécie seja possível. Carcaças encontradas nas estradas, provenientes de aves atropeladas, são um excelente material comprobatório, bem como, poleiros de caça e descanso. Especialmente no caso de corujas e outros predadores. Penas ou demais fragmentos podem ser uma importante fonte de dados indiretos, uma vez que

podem confirmar a existência de espécies chave e serão analisados quando encontrados.

Adicionalmente, durante a coleta de dados em campo, são anotados os tipos de ambientes utilizados pelas espécies, estratos da vegetação ocupados, desenvolvimento de atividades reprodutivas e de forrageamento, entre outros. Na análise dos resultados, os seguintes parâmetros serão tabulados: riqueza específica, ambientes de ocorrência, habitats utilizados, período principal de atividade, estado de conservação das populações e relações com o homem.

Com intuito de abranger a área de amostragem, espécies que se encontravam próximas ao empreendimento, mas fora dos pontos amostrais também foram registradas e serão contabilizadas na riqueza total da área de influência da PCH Cantu 2, mas serão excluídas na comparação das unidades amostrais.

Esforço amostral

São despendidos cinco dias de amostragem por campanha durante o monitoramento da PCH Cantu 2, período no qual quatro pontos amostrais são contemplados pelos principais métodos acima mencionados. Este esforço totaliza 48 horas de observação por campanha ou totalizou 672 horas até o presente momento da etapa pós-enchimento.

Análise dos dados

A suficiência amostral é avaliada mediante a curva de registros acumulados das espécies. As curvas de acumulação de espécies ou curvas do coletor são um excelente procedimento para avaliar o quanto a metodologia testada se aproximou de identificar as espécies da área de estudo. As análises são realizadas com base na matriz de dados de presença/ausência das espécies ao longo das campanhas. As curvas do coletor serão calculadas para o total das espécies amostradas por método sistematizado objetivando estimar a suficiência amostral obtida nas áreas.

A diversidade é calculada mediante a utilização do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener. Índices baseados nas abundâncias proporcionais das espécies são as medidas de diversidade mais utilizadas em ecologia.

A análise de *Cluster* será utilizada ao final do monitoramento para comparar a riqueza de espécies entre as quatro áreas amostrais por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis (KREBS, 1989), usando o modo de agrupamento *Group Average*, o qual permite maximizar a correlação entre as amostras.

4.2.2 Resultados

Durante a execução da campanha realizada em abril de 2020 do monitoramento da avifauna da PCH Cantu 2 foram registradas 109 espécies, enquanto que a campanha realizada em outubro de 2020 apresentou 124 espécies, se somado o montante registrado para o ano com base nessas duas campanhas foram registradas 155 espécies. Este valor é considerado alto, tendo-se em vista que em 2016 foram registradas 164 espécies, onde foram realizadas 4 campanhas de monitoramento, em 2017 foram registradas 160 espécies, em 4 campanhas, em 2018 detectou-se 89 espécies em 2 campanhas e em 2019 foram registradas um total de 167 espécies, em 2 amostras. Durante o período de construção da PCH Cantu 2 (2013-2015), houve o registro de 203 espécies de aves, ao longo de seis campanhas.

Ao todo foram registradas 234 espécies nos quatro pontos amostrados no reservatório da PCH Cantu 2 no período de operação da mesma. Isso demonstra que existe uma variação na riqueza de espécies nos períodos de amostragem.

Se consideradas as espécies registradas durante o período de construção da PCH Cantu 2, ao menos ocorrem 259 espécies para a Área de Influência do Reservatório. No entanto, ressalta-se que as amostragens realizadas durante o período de construção foram em Sítios Amostrais diferentes dos realizados durante a fase de operação. A amostragem atual apresenta 59,8% da comunidade avifaunística registrada para a região, e 66,2% da comunidade de aves com registro para a fase de operação.

Tabela 4.2.2.1 - Lista das espécies compiladas para a área de influência da PCH Cantu 2, com a indicação daquelas efetivamente registradas em campo. Legenda:; Local = Ponto amostral em que a espécie foi detectada (MD01 = Margem Direita 01; MD02 = Margem Direita 2; ME01 = Margem Esquerda 1; ME02 = Margem Esquerda 2) (ENT = entorno); Fase = campanha em que a espécie foi registrada; Evidenciado em **amarelo** = registro inédito não contemplado registrado anteriormente na fase de construção; em **vermelho** = primeiro registro para o fase de operação, tendo sido registrado anteriormente na fase de construção.

Enquadramento taxonômico	Nome Vulgar	Construção	13ª Campanha					14ª Campanha							
			2016	2017	2018	2019	ME01	MD01	ME02	MD02	Entorno	ME01	MD01	ME02	MD02
Tinamiformes Huxley, 1872															
Tinamidae Gray, 1840															
<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	inambuguaçu	x	x	x		x					x	x			
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	inambu-chororó	x	x	x		x									
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	inambu-chintã	x	x	x	x	x		x							
<i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck, 1815)	perdiz	x	x	x		x		x							
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	codorna-amarela			x		x				x					x
Anseriformes Linnaeus, 1758															
Anatidae Leach, 1820															
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	x	x	x											x
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-cabocla					x									
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato	x	x	x		x									
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	ananaí	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x
Galliformes Linnaeus, 1758															
Cracidae Rafinesque, 1815															

	vermelha																
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
Accipitriformes Bonaparte, 1831																	
Pandionidae Bonaparte, 1854																	
Accipitridae Vigors, 1824																	
<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-gato		x										x				
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	caracoleiro		x														
<i>Elanoides forficatus</i> (Linnaeus, 1758)	gavião-tesoura	x				x											
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	x															
<i>Accipiter striatus</i> Vieillot, 1808	tauató-miúdo		x	x		x											
<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	sovi	x	x	x		x											
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	x															
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x		
Gruiformes Bonaparte, 1854																	
Rallidae Rafinesque, 1815																	
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	x															
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	saracura-do-mato	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)	saracura-sanã			x													
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	galinha-d'água	x		x		x											
<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	x															
Charadriiformes Huxley, 1867																	
Charadriidae Leach, 1820																	
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x		
Scolopacidae Rafinesque, 1815																	
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário	x		x													
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico-de-perna-		x	x													

	amarela																
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854																	
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	x	x	x	x	x					x						
Columbiformes Latham, 1790																	
Columbidae Leach, 1820																	
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou		x	x	x				x		x						x
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	x															
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	x		x													
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	asa-branca	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega	x	x	x		x					x		x				
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-de-testa-branca	x				x	x	x	x	x			x	x			
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	pariri					x											
Cuculiformes Wagler, 1830																	
Cuculidae Leach, 1820																	
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x		
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	papa-lagarta													x	x	x	
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	anu-coroca			x											x		
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	x	x	x	x	x	x			x	x		x	x	x	x	
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x			
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	x	x	x	x	x								x	x	x	x
<i>Dromococcyx pavoninus</i> Pelzelin, 1870	peixe-frito-pavonino	x	x	x										x		x	
Strigiformes Wagler, 1830																	
Tytonidae Mathews, 1912																	

<i>Florisuga fusca</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto	x		x														
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-de-veste-preta																	x
<i>Stephanoxis loddigesii</i> (Gould, 1831)	beija-flor-de-topete-azul	x	x	x	x	x												
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	x	x	x														x
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-fronte-violeta	x					x											
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812)	beija-flor-dourado		x	x	x	x												
<i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-papo-branco	x																x
Trogoniformes A. O. U., 1886																		
Trogonidae Lesson, 1828																		
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucuá-dourado		x															x
Coraciiformes Forbes, 1844																		
Alcedinidae Rafinesque, 1815																		
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	x	x	x	x	x		x		x								x
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	x	x	x	x	x	x			x	x							
Momotidae Gray, 1840																		
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot, 1818)	juruva	x	x	x	x	x		x	x				x					x
<i>Nystalus chacuru</i> (Vieillot, 1816)	joão-bobo		x															
Piciformes Meyer & Wolf, 1810																		
Ramphastidae Vigors, 1825																		
<i>Ramphastos dicolorus</i> Linnaeus, 1766	tucano-de-bico-verde	x	x	x														
<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	araçari-castanho	x	x	x	x													

Picidae Leach, 1820																		
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	picapauzinho-de-coleira	x	x	x	x	x	x	x		x				x	x			
<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco	x	x			x												
<i>Melanerpes flavifrons</i> (Vieillot, 1818)	benedito-de-testa-amarela	x	x	x	x	x												
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	picapauzinho-verde-carijó	x	x	x		x	x	x					x	x	x	x		
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	x	x	x		x	x	x	x	x					x			
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	x	x	x	x	x		x										x
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-cabeça-amarela					x												x
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca	x		x		x		x										
Cariamiformes Fürbringer, 1888																		
Cariamidae Bonaparte, 1850																		
<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	seriema	x		x														
Falconiformes Bonaparte, 1831																		
Falconidae Leach, 1820																		
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x		
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	x	x	x					x									x
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acauã		x	x	x	x												
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio							x										
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	x	x	x														
<i>Falco ruficularis</i> Daudin, 1800	cauré					x												
<i>Falco femoralis</i> Temminck, 1822	falcão-de-coleira	x	x															
Psittaciformes Wagler, 1830																		
Psittacidae Rafinesque, 1815																		
<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão	x	x	x	x	x	x	x		x				x				

<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba	x	x			x											
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	x															
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	x	x	x	x	x		x		x							
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca	x	x	x		x	x			x							
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio		x			x											
Passeriformes Linnaeus, 1758																	
Thamnophilidae Swainson, 1824																	
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	x				x	x								x	x	
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Temminck, 1822)	chorozinho-de-asa-vermelha	x				x											
<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada		x	x													
<i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816	choca-de-chapéu-vermelho	x	x	x	x												
<i>Thamnophilus caeruleus</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Hypoedaleus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	x				x											
<i>Mackenziaena leachii</i> (Such, 1825)	borralhara-assobiadora	x	x	x													
<i>Mackenziaena severa</i> (Lichtenstein, 1823)	borralhara	x			x	x										x	
<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	papa-taoca-do-sul	x													x		
<i>Drymophila malura</i> (Temminck, 1825)	choquinha-carijó	x															
Conopophagidae Sclater & Salvin, 1873																	
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente	x	x	x	x	x			x			x	x				
Rhinocryptidae Wetmore, 1926 (1837)																	
<i>Psilorhamphus guttatus</i> (Ménétrières, 1835)	tapaculo-pintado	x															
Formicariidae Gray, 1840																	
<i>Chamaeza</i> sp.	tovaca	x															
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha					x											

Dendrocolaptidae Gray, 1840																		
	<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	x	x	x	x	x		x		x				x			x
	<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	x						x		x			x				
1859)	<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (Cabanis & Heine, 1859)	arapaçu-escamoso-do-sul				x	x											
	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-grande	x	x	x		x	x		x								
	<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-garganta-branca	x	x	x													
Xenopidae Bonaparte, 1854																		
	<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	x						x									
Furnariidae Gray, 1840																		
	<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	x	x	x	x	x	x	x		x			x				x
	<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	joão-porca	x		x	x	x											x
	<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied, 1821)	barranqueiro-de-olho-branco	x				x											
	<i>Philydor rufum</i> (Vieillot, 1818)	limpa-folha-de-testa-baia		x	x													
	<i>Heliobletus contaminatus</i> Pelzeln, 1859	trepadorzinho	x															
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	trepador-quiete	x	x	x													x
	<i>Leptasthenura setaria</i> (Temminck, 1824)	grimpeiro	x															
	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	x	x		x	x		x									
	<i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819	pichororé	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	
	<i>Synallaxis cinerascens</i> Temminck, 1823	pi-puí	x				x											
	<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim		x	x	x												
	<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	uí-pi								x								
	<i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856	joão-teneném	x	x	x		x											
	<i>Cranioleuca obsoleta</i> (Reichenbach, 1853)	arredio-oliváceo	x								x							
Pipridae Rafinesque, 1815																		

<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará	x											x				x
Tityridae Gray, 1840																	
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim	x			x	x											
<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	anambé-branco-de-bochecha-parda		x	x		x											x
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-branco-de-rabo-preto		x	x		x			x								
<i>Pachyramphus viridis</i> (Vieillot, 1816)	caneleiro-verde	x				x											
<i>Pachyramphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	caneleiro	x															
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	x				x								x	x		x
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-chapéu-preto	x	x	x	x	x							x	x			
Cotingidae Bonaparte, 1849																	
Platyrinchidae Bonaparte, 1854																	
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho	x	x			x	x	x		x							x
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907																	
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	cabeçudo	x	x	x	x	x		x	x	x			x				x
<i>Corythopsis delalandi</i> (Lesson, 1830)	estalador		x	x	x	x		x									x
<i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824)	borboletinha-do-mato	x															
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x				
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	x	x	x	x	x							x	x			
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846)	tororó	x	x	x	x	x			x					x			
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	miudinho	x															
<i>Hemitriccus diops</i> (Temminck, 1822)	olho-falso		x	x		x		x									
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	sebinho-de-olho-de-ouro		x	x		x											
<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro		x	x													

<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	barulhento					x											
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	x	x	x													
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande		x			x											
<i>Elaenia parvirostris</i> Pelzeln, 1868	tuque-pium	x										x					
<i>Elaenia mesoleuca</i> (Deppe, 1830)	tuque	x				x							x	x			
<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)	guaracava-cinzenta	x															
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada		x	x		x						x					
<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichtenstein, 1823)	marianinha-amarela	x	x	x		x											
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	alegrinho	x	x	x	x	x											
<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	x										x					
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	irré	x				x				x							
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	x			x	x											
<i>Sirystes sibilator</i> (Vieillot, 1818)	gritador		x	x													
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x	
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	x				x						x					
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	x	x	x	x	x						x	x	x	x		
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x		
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					x
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	x	x	x	x	x						x	x	x	x		
<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802	tesourinha	x	x	x	x	x						x	x	x	x		
<i>Empidonamus varius</i> (Vieillot, 1818)	peitica	x				x						x	x				
<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha	x	x	x				x									
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	filipe	x															

<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada		x	x														
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha		x	x														
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu	x				x												
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	x	x	x														
<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	papa-moscas-cinzento	x	x			x												
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	suiriri-pequeno		x	x	x													
<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	primavera								x		x							
<i>Xolmis velatus</i> (Lichtenstein, 1823)	noivinha-branca	x	x	x														
Vireonidae Swainson, 1837																		
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Hylophilus poicilotis</i> Temminck, 1822	verdinho-coroado	x				x	x			x								
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruviara	x	x	x	x	x												
Corvidae Leach, 1820																		
<i>Cyanocorax chrysops</i> (Vieillot, 1818)	gralha-piçaca	x	x	x	x	x	x	x		x								
Hirundinidae Rafinesque, 1815																		
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	x	x	x		x	x	x	x	x								
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	x	x	x														
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	x	x	x		x						x			x		x	
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	x	x	x		x	x		x			x			x			
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x		x	
<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-sobre-branco					x												
Troglodytidae Swainson, 1831																		
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x				x	
Donacobiidae Aleixo & Pacheco, 2006																		
Turdidae Rafinesque, 1815																		

<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	x	x	x	x	x		x				x	x	x	x
<i>Turdus subalaris</i> (Seeböhm, 1887)	sabiá-ferreiro					x									
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	x			x	x		x							
Mimidae Bonaparte, 1853															
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	x	x	x	x	x		x		x		x	x		x
<i>Mimus triurus</i> (Vieillot, 1818)	calhanda-de-três-rabos									x					
Motacillidae Horsfield, 1821															
<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855	caminheiro-zumbidor	x											x		
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850															
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Müller, 1776)	tico-tico	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	x	x	x	x	x								x	
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947															
<i>Setophaga pitayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra	x	x	x		x						x	x	x	x
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Myiothlypis leucoblephara</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
<i>Myiothlypis rivularis</i> (Wied, 1821)	pula-pula-ribeirinho		x	x	x										
Icteridae Vigors, 1825															
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	japuíra	x													
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	guaxe	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro	x	x	x		x									
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	pássaro-preto					x				x					
<i>Pseudoleistes guirahuro</i> (Vieillot, 1819)	chopim-do-brejo	x				x									

<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chupim	x	x	x		x				x			x		x
<i>Sturnella superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	x	x	x	x	x									
Thraupidae Cabanis, 1847															
<i>Pipraeidea melanonota</i> (Vieillot, 1819)	saíra-viúva	x				x		x		x					
<i>Pipraeidea bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	sanhaço-papa-laranja					x									x
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788)	tietinga	x	x	x		x		x		x					x
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Tangara preciosa</i> (Cabanis, 1850)	saíra-preciosa	x													
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho		x	x	x	x		x		x					
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	x	x	x		x				x					x
<i>Sicalis luteola</i> (Sparrman, 1789)	tipio					x									
<i>Haplospiza unicolor</i> Cabanis, 1851	cigarra-bambu	x													
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto	x	x	x		x		x				x	x		
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	x	x	x	x	x							x		
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tiê-de-topete	x	x	x		x	x	x	x	x		x			x
<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei	x	x	x	x	x								x	
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	tiê-preto	x	x	x		x	x	x		x					x
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	x				x									x
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	x	x	x	x	x									
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	x	x	x	x										
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	x	x	x		x		x		x		x		x	
<i>Embernagra platensis</i> (Gmelin, 1789)	sabiá-do-banhado	x	x	x											
<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo		x	x											
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
<i>Microspingus cabanisi</i> Bonaparte, 1850	quete-do-sul	x													

<i>Pyrrhocomma ruficeps</i> (Strickland, 1844)	cabecinha-castanha	x	x														
Cardinalidae Ridgway, 1901																	
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tiê-de-bando	x															
<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	azulão	x				x											
Fringillidae Leach, 1820																	
<i>Spinus magellanicus</i> (Vieillot, 1805)	pintassilgo	x	x	x		x									x		
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo	x															x
<i>Euphonia chalybea</i> (Mikan, 1825)	cais-cais					x				x					x		
Passeridae Rafinesque, 1815																	
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	x			x	x						x					

Conforme apresentado na Tabela 4.2.2.1 o sítio com maior riqueza considerando as duas campanhas realizadas em 2020 foi o MD-02, com 108 espécies registradas (78 spp. na campanha realizada em abril e 77 spp. na de outubro), seguido pelo sítio MD-01 com 105 espécies (80 spp. registradas em abril e 67 spp. em outubro). O sítio ME-01 apresentou 95 espécies (56 spp. registradas em abril e 74 spp. em outubro), enquanto que o sítio ME-02 apresentou um montante de 78 espécies (47 spp. em abril e 59 spp. em outubro).

Ambos os sítios da margem direita do reservatório foram mais diversos, tal fato deu-se pela condição dos períodos de ano no momento das amostragens, onde as duas áreas possuem maiores fragmentos florestais e maior quantidade de microambientes se comparado aos da margem esquerda, que se caracterizam por serem fragmentos com maiores extensões de borda e áreas abertas. Os sítios da margem direita além de apresentarem áreas abertas, semelhantes aos da margem esquerda, também apresentam fragmentos florestais com árvores de grande porte e sub-bosque denso, que permitem uma comunidade diferenciada de aves ocupar esses nichos.

Microambientes favorecem a ocorrência de espécies particulares, como alagados, áreas com ambientes florestados ou ilhas de vegetação, riachos, áreas abertas, ou mesmo no caso de aves que cantam ao amanhecer e entardecer apenas, a detecção das mesmas acaba por ser facilitado ou dificultado, dependendo de fatores diversos, como cercamentos, ausência de trilhas de acesso ou ambientes úmidos, ou mesmo pela percepção do observador.

Curva do Coletor

A campanha de abril de 2020 revelou a ocorrência de nove registros inéditos para o monitoramento na fase de operação, sendo quatro destes inéditos se consideradas as amostragens durante a fase de construção, enquanto que a campanha de outubro contribuiu com mais dez registros inéditos para o monitoramento na fase de operação, destes três não tinham sido registrados durante a fase de construção.

Embora ambas amostragens tenham sido realizadas nos mesmos sítios onde foram realizadas as doze campanhas anteriores, buscou-se percorrer o máximo de trilhas e ambientes durante o período de tempo proposto (12 horas por Área), buscando detectar todas as aves que manifestassem comportamentos diversos, como busca por alimento, vocalizando, em voo de deslocamento entre fragmentos ou planando em térmicas, nadando no lago do reservatório ou lagoas, campos abertos e ambientes florestados, bem como em áreas de entorno.

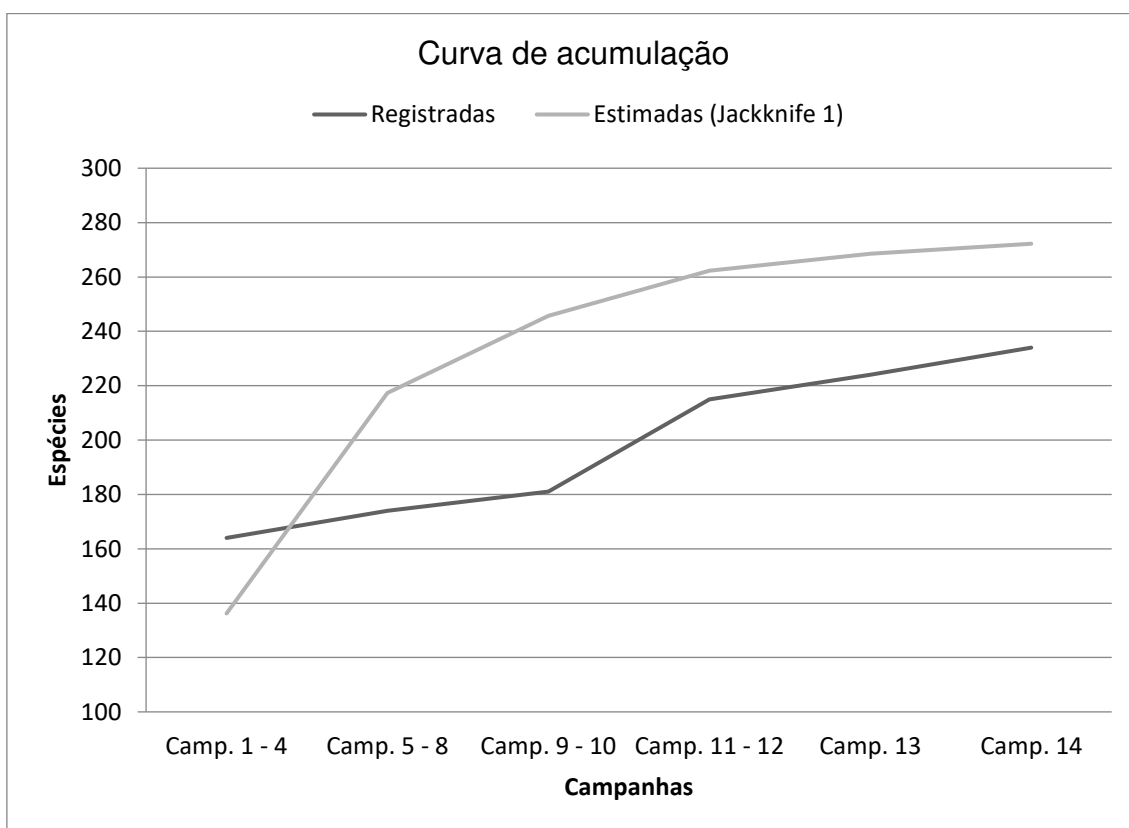


Figura 4.2.2.2 – Riqueza observada e estimada no monitoramento de aves durante a fase de operação da PCH Cantu 2.

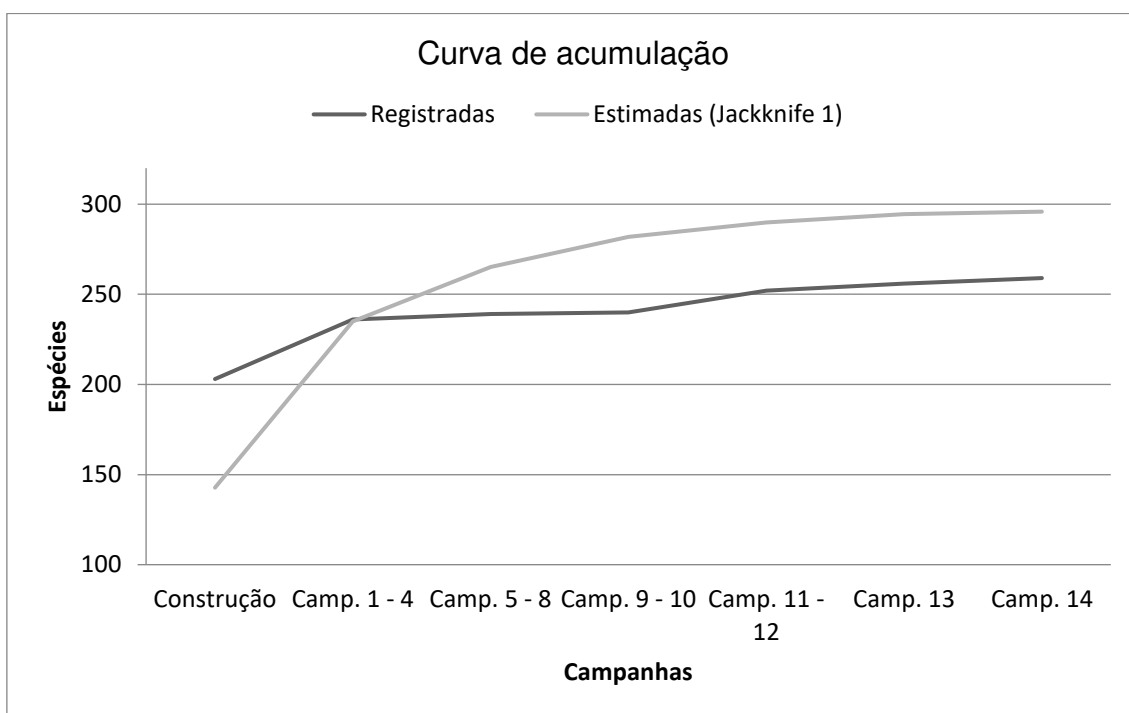


Figura 4.2.2.3 – Riqueza observada e estimada na PCH Cantu 2 durante as fases de construção e operação.

Ambas as curvas, contemplando apenas as campanhas de monitoramento na fase de operação, ou contemplando operação e fase de construção mostraram-se ascendentes, com registros inéditos nas campanhas 13 e 14. Com base no estimador *Jackknife 1*, para o período de operação, esperasse que ocorram 272 espécies para os Sítios Amostrais, sugerindo que possam ocorrer mais 38 espécies que ainda não foram registradas. Se considerar a fase de construção, estimasse que ocorram 295 espécies para a área do empreendimento, 36 a mais que o montante registrado até o momento. No entanto não se pode afirmar que esse número possa ser registrado em campanhas futuras, pois trata-se de uma estimativa. Da mesma forma, novos registros podem sugerir que novas espécies ainda poderão aparecer, mantendo o nível ascendente da curva estimada. Verificou-se que as curvas não se estabilizaram até o momento, o que pode ser um indicativo que outras espécies até então não observadas podem ocorrer na região.

As nove espécies com registros inéditos para a campanha 13 do monitoramento na fase de operação foram: *Syrigma sibilatrix* (maria-faceira), *Thalurania glaucopis* (beija-flor-de-fronte-violeta), *Micrastur semitorquatus*

(falcão-relógio), *Xiphorhynchus fuscus* (arapaçu-rajado), *Xenops rutilans* (bico-virado-carijó), *Synallaxis albescens* (uí-pi), *Cranioleuca obsoleta* (arredio-oliváceo), *Xolmis cinereus* (primavera) e *Mimus triurus* (calhandra-três-rabos).

As dez espécies com registros inéditos para a campanha 14 foram: *Coccyzus melacoryphus* (papa-lagarta), *Hydropsalis parvula* (bacurau-chintã), *Anthracothorax nigricollis* (beija-flor-de-veste-preta), *Leucochloris albicollis* (beija-flor-de-papo-branco), *Pyriglena leucoptera* (papa-taoca-do-sul), *Chiroxiphia caudata* (tangará), *Elaenia parvirostris* (tuque-pium), *Legatus leucophaeus* (bem-te-vi-pirata), *Anthus lutescens* (caminheiro-zumbidor) e *Euphonia violacea* (gaturamo).

As espécies *S. sibilatrix* (maria-faceira), *T. glaucopsis* (beija-flor-de-fronte-violeta), *L. albicollis* (beija-flor-de-papo-branco), *X. fuscus* (arapaçu-rajado), *P. leucoptera* (papa-taoca-do-sul), *X. rutilans* (bico-virado-carijó), *C. obsoleta* (arredio-oliváceo), *C. caudata* (tangará) *E. parvirostris* (tuque-pium), *L. leucophaeus* (bem-te-vi-pirata), *A. lutescens* (caminheiro-zumbidor) e *E. violacea* (gaturamo) já tinham sido detectadas durante o período de construção da PCH Cantu 2, voltando a serem observadas no ano de 2020 (Tabela 9.4.2.2). O mesmo pode ocorrer com espécies que não foram observadas nos últimos anos de monitoramento, mas com novas amostragens, possivelmente podem voltar a serem registradas.

M. semitorquatus (falcão-relógio), *C. melacoryphus* (papa-lagarta), *H. parvula* (bacurau-chintã), *A. nigricollis* (beija-flor-de-veste-preta), *S. albescens* (uí-pi), *X. cinereus* (primavera) e *M. triurus* (calhandra-três-rabos) foram registros inéditos para a área de influência do empreendimento, se considerado todas as fases do monitoramento (períodos de construção e operação)..

Uma espécie de ave é considerada como “quase ameaçada” a nível estadual (IAP,2018): *Euphonia chalybea* (cais-cais), a espécie foi registrada nas duas campanhas realizadas em 2020, em abril foi detectada no sítio MD02 e em outubro no sítio ME02. Ameaçadas a nível internacional (IUCN, 2020) e nacional (MMA, 2004) não foram detectadas durante as campanhas atuais.

Ao menos dez espécies registradas durante as campanhas no ano de 2020 sofrem pressão de caça para servir de alimento, são elas: *Crypturellus obsoletus* (inambuguaçu) *C. tataupa* (inambu-chintã), *Rhynchotus rufescens* (perdiz), *Nothura maculosa* (codorna-amarela), *Penelope obscura* (jacuguaçu), *P. superciliaris* (jacupemba), *Patagioenas picazuro* (asa-branca), *Leptotila verreauxi* (juriti-pupu), *L. rufaxilla* (juriti-de-testa-branca) e *Zenaida auriculata* (avoante). Embora sejam espécies com ampla distribuição dentro do território brasileiro, não se sabe informações sobre suas abundâncias regionalmente, e por serem potenciais dispersores de sementes, a retirada de espécimes pode causar desequilíbrio ambiental a longo prazo.

Algumas espécies sofrem pressão de caça para servirem como animais de estimação, ou pra abastecerem o tráfico de animais silvestres, como: *Psittacara leucophthalmus* (periquitão), *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo), *Pionus maximiliani* (maitaca), *Turdus* spp. (sabiás), *Zonotrichia capensis* (tico-tico), *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto), *Saltator similis* (trinca-ferro) e *Euphonia violacea* (gaturamo), o acompanhamento da manutenção da ocorrência dessas e outras espécies na região é de fundamental importância para a compreensão dos costumes locais e do grau de conservação dos ambientes nas áreas de influência da PCH Cantu 2.

Análises de similaridade

Com base nas campanhas 13 e 14 a riqueza de espécies obtidos em cada ponto amostral, pode-se dizer que o ponto MD 02 é aquele mais rico em espécies de aves (n = 108), seguido pelo ponto MD 01 (n = 105), ME 01 (n = 93) e ponto ME 02 (n = 78) (Figura 9.4.2.6) (Tabela 4.2.2.2).

Tabela 4.2.2.2 – Valores de similaridade para os Sítios Amostrais nas campanhas 13 e 14 no ano de 2020 com base em Bray-Curtis.

	ME 01	MD 01	ME 02	MD 02
ME 01	1	0.7272	0.7602	0.7263
MD 01	0.7272	1	0.6885	0.7323
ME 02	0.7602	0.6885	1	0.6774
MD 02	0.7263	0.7323	0.6774	1

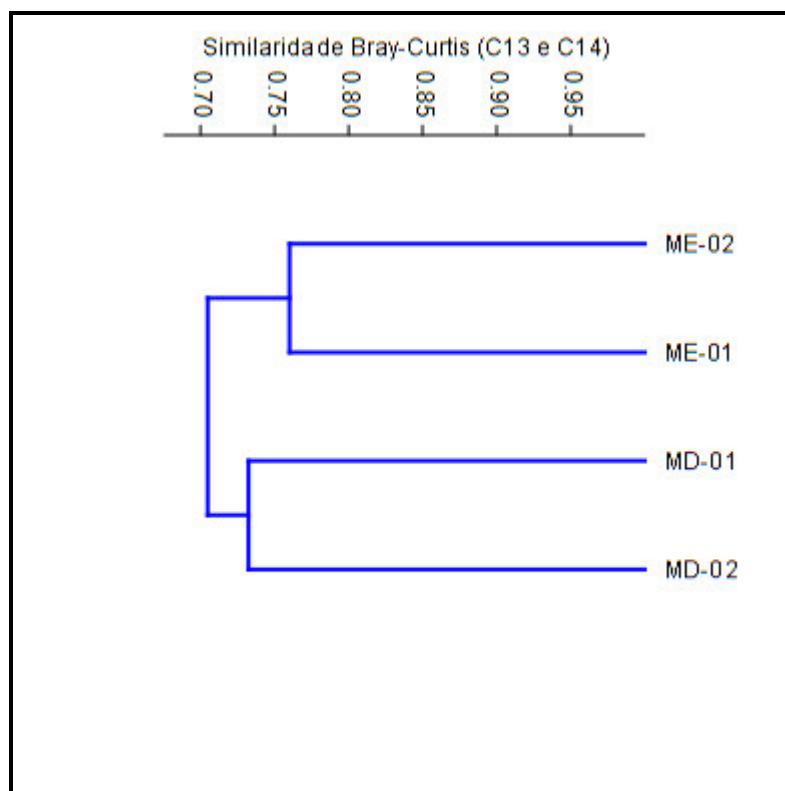


Figura 4.2.2.3 - Dendrograma gerado a partir da análise de *Cluster* com o objetivo de avaliar a similaridade entre os pontos amostrais na PCH Cantu 2, ano de 2020.

Nota-se que os sítios ME02 (Margem Esquerda 2) e ME01 (Margem Esquerda 1) são as áreas mais similares, com aproximadamente 76% de riqueza semelhante. E MD01 (Margem Direita 1) e MD02 (Margem Direita 2) apresentaram uma similaridade de 73%. MD02 e ME02 são mais dissimilares, com 67%. Nota-se que entre todos os sítios a similaridade fica bem próxima, fato dá-se pela proximidade das áreas e heterogeneidade de ambientes, que faz com que a maior parte das aves ocorrentes na região estejam presentes em várias áreas.

A diversidade encontrada para os Sítios Amostrais pode ser considerada alta, porém, como não se considera abundância nessas amostragens, apenas riqueza, não se pode tecer considerações, o que interfere em calculos de diversidade de Shannon-Wiener por exemplo. O sítio com maior diversidade registrada para as campanhas 13 e 14 foi a MD02 (Tabela 4.2.2.3).

Tabela 4.2.2.3 – Valores de diversidade de Shannon-Wiener (H') na campanha 13 para a avifauna na PCH Cantu 2.

Sítio	MD01	MD02	ME01	ME02
Diversidade (H')	4,654	4,682	4,533	4,357

4.2.3 Considerações

A riqueza de aves registradas ao longo das duas campanhas no ano de 2020 (campanhas 13 e 14) revelou 155 espécies de aves para o monitoramento, destas 19 foram inéditas para o período de operação do empreendimento, nove novos foram registradas na campanha de abril de 2020 e dez novos registros foram registradas em outubro. Os registros foram feitos nos quatro sítios amostrais e em áreas de entorno. O registro de algumas espécies que haviam sido registradas anteriormente na fase de construção da PCH Cantu 2, e voltaram a ser observadas ao longo de 2019, mostra que muitas espécies permaneceram nas áreas de influência do empreendimento, mesmo com alteração das características do ambiente.

As aves constituem um importante grupo biológico no reservatório da PCH Cantu 2, pois elas auxiliam no processo de dispersão de sementes, conseqüentemente são essenciais para o desenvolvimento da regeneração natural. Sendo assim, sua composição e riqueza de espécies estão intimamente ligados à qualidade ambiental do entorno do reservatório.

O número de espécies encontradas durante as amostragens foi considerado satisfatório, pois representou 66,2% de toda a riqueza registrada ao longo do monitoramento na fase de operação. Diversas espécies características de ambientes florestados foram registradas, o que indica o estabelecimento de residência nesses locais e a boa qualidade ambiental do entorno do reservatório da PCH Cantu 2.

Uma espécie (*Euphonia chalybea*) é enquadrada como “quase ameaçada” a nível estadual, foi registrada no sítio MD02 durante a campanha 13 e no sítio ME02 durante a campanha 14.

4.2.4 Registros Fotográficos

As Figuras 4.2.4.1 a 4.2.4.14 ilustram os registros de avifauna durante a 13ª (abril de 2020) e 14ª (outubro) campanhas de monitoramento da fauna da PCH Cantu 2.



Figura 4.2.4.1 – *Baryphthengus ruficapillus* (juvruva). PCH Cantu 2. Abril de 2020

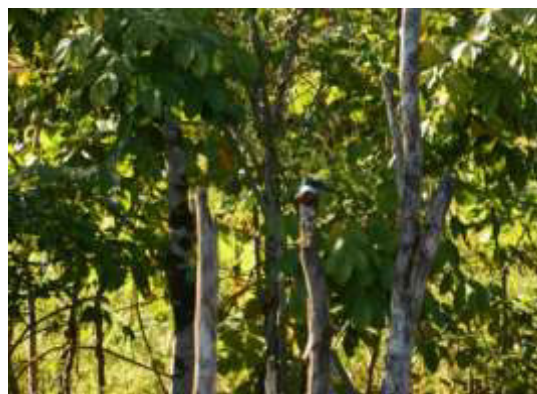


Figura 4.2.4.2 - *Chloroceryle amazona* (martim-pescador-verde). PCH Cantu 2. Abril de 2020

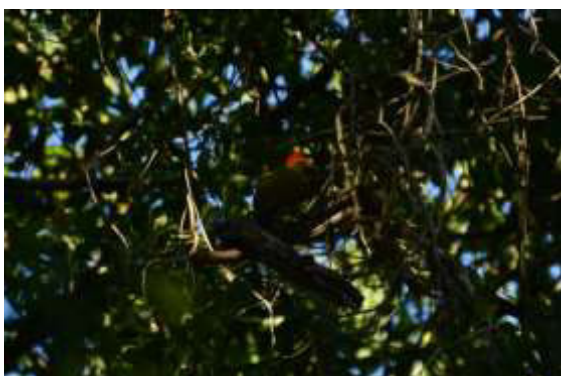


Figura 4.2.4.3 – *Colaptes melanochloros* (pica-pau-verde-barrado). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.4 – *Lochmias nematura* (joão-porca). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.5 – *Myiarchus swainsoni* (irré). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.6 – *Myiozetetes similis* (bentevizinho-de-penacho-vermelho). PCH Cantu 2. Abril de 2020

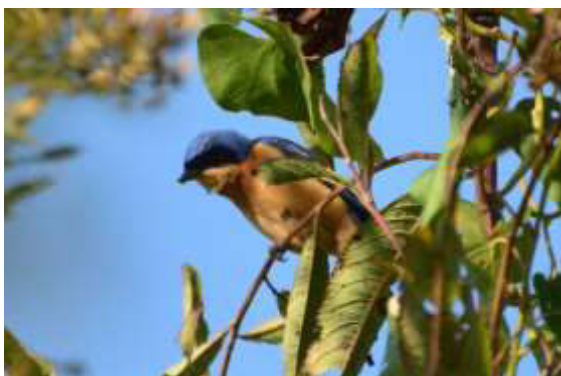


Figura 4.2.4.7 – *Pipraeidea melanonota* (saíra-viúva). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.8 – *Psittacara leucophthalmus* (periquitão). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.9 – *Trichothraupis melanops* (tiê-de-topete). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.10 – *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira). PCH Cantu 2. Abril de 2020

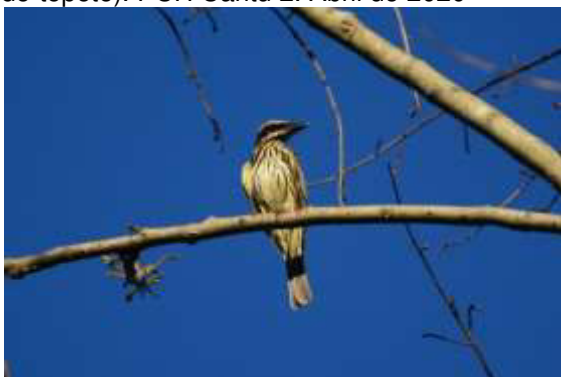


Figura 4.2.4.11 – *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 4.2.4.12 – *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó). PCH Cantu 2. Outubro de 2020

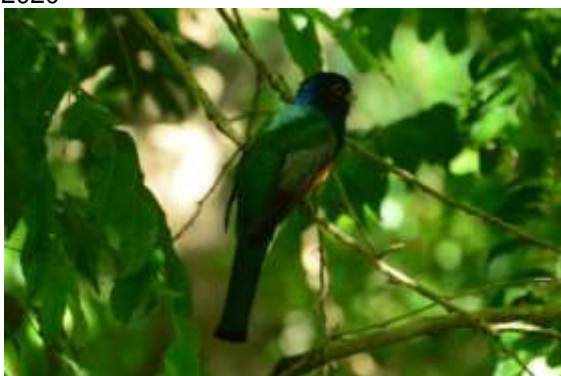


Figura 4.2.4.13 – *Trogon rufus* (surucuá-de-barriga-amarela). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 4.2.4.14 – *Trogon surrucura* (surucuá-variado). PCH Cantu 2. Outubro de 2020

2020

4.3 MASTOFAUNA

4.3.1 Procedimentos Metodológicos

Nos meses de abril e outubro de 2020 foram realizadas as campanhas do monitoramento da mastofauna em quatro sítios amostrais na Área de Influência da PCH Cantu 2.

Os dados descritos neste estudo foram obtidos por meio de levantamento de dados secundários (literatura, coleções de museus) e duas campanhas de amostragem em campo. O levantamento de dados secundários incluiu informações de Estudos de Impacto Ambiental já conduzidos na bacia do rio Cantu e do rio Piquiri, e dados disponíveis em artigos científicos e na coleção científica do Museu de História Natural Capão da Imbuia.

O enquadramento taxonômico seguiu o proposto por Abreu *et. al.* 2020.

As comunidades de mamíferos terrestres que habitam as diversas regiões do Brasil apresentam espécies de tamanhos, hábitos, formas, e comportamentos variados (Reis *et al.*, 2006). Desta forma, os mamíferos foram categorizados de acordo com o método apropriado de amostragem para cada grupo. Neste estudo, foi adotada a seguinte categorização: (1) pequenos mamíferos não voadores (pequenos roedores e marsupiais) e (2) mamíferos de médio e grande porte (roedores médios e grandes, Xenarthra, Carnivora, Artiodactyla, Lagomorpha e Primates). Abaixo, foram descritos os métodos utilizados para a amostragem de cada grupo.

Pequenos mamíferos

Foram considerados pequenos mamíferos aqueles pertencentes às ordens Rodentia (pequenos roedores) e Didelphimorphia (pequenos marsupiais), cujas massas corporais não alcançam um quilograma.

A amostragem de pequenos mamíferos foi realizada pelo emprego de métodos de armadilhas (*live traps*) com iscas de atração e de interceptação. Para o método de armadilhamento foram utilizadas 12 armadilhas em cada

ponto amostral, sendo 10 armadilhas modelo *Sherman* e duas modelo *Tomahawk* (Figura 4.3.1.1 e Figura 4.3.1.2). As armadilhas foram providas com iscas compostas por banana, fubá, doce de amendoim, toucinho e sal grosso, permanecendo ativas por uma noite em cada ponto amostral a cada campanha, totalizando 48 armadilhas-noite por campanha. Em cada manhã subsequente a uma noite de amostragem, as armadilhas foram revisadas e as iscas substituídas quando necessário. Os animais capturados foram retirados das armadilhas e identificados em campo, posteriormente soltos de volta à natureza.



Figura 4.3.1.1 – Armadilha modelo *Sherman* para captura de pequenos mamíferos. PCH Cantu 2



Figura 4.3.1.2 – Armadilha modelo *Tomahawk* para captura de pequenos mamíferos. PCH Bela Vista

O método de interceptação também foi utilizado para capturar pequenos mamíferos, sendo instalados conjuntos de *pitfalls* em cada ponto amostral, conforme detalhamento apresentado para herpetofauna. O esforço despendido por este método totalizou 16 baldes-noite. As revisões e procedimentos pós-coleta dos baldes foram feitos nos mesmos moldes dos procedimentos utilizados para as armadilhas *live trap*.

Também foram utilizadas câmeras-trap, modelo super scouter, na tentativa de capturar pequenos e/ou grandes mamíferos. Em cada ponto amostral foram instaladas duas câmeras, ficando em campo durante 24 horas, totalizando 48 horas-dia de esforço amostral. Cada câmera foi provida com isca

de banana, doce de amendoim, fubá, sal grosso e sardinha, com intuito de atrair os animais.

Os dados são inicialmente apresentados em forma de uma tabela global contendo informações sobre o período de registro (fase de construção ou ano do monitoramento, sendo assinaladas com “x” (presente em campanha na área das Áreas amostradas) e “e” (registradas no entorno)

4.3.2 Resultados

Considerando o levantamento de dados secundários com base em buscas em campo nos períodos de construção e operação, são possíveis a ocorrência de 44 espécies e 9 táxons, os quais foram identificados a nível de gênero, para a região. No período de construção da PCH (2013-2015), através de seis campanhas, foram obtidos registros de ao menos 29 desses possíveis, enquanto que no monitoramento durante a fase de operação, com 14 campanhas realizadas, foram registradas ao menos 18 espécies (41% do total).

Para o monitoramento de mamíferos na fase de operação, houve o registro de doze espécies em 2016, em quatro campanhas, onze espécies em 2017, também em quatro campanhas. Durante os anos de 2018, 2019 e 2020 foram realizadas 2 campanhas em cada ano, tendo o registro de oito espécies cada. A campanha 13 (abril de 2020) apresentou três espécies para a região do empreendimento enquanto que a campanha 14 (outubro de 2020) apresentou 7 espécies (Tabela 4.3.2.1 e Tabela 4.3.2.2).

Ressalta-se que não se pode comparar a riqueza entre os períodos de construção e operação, por serem dados coletados em diferentes ambientes, não coincidindo as Áreas Amostrais, sendo assim pode-se dizer que são dados complementares.

Tabela 4.3.2.1 - Lista de espécies de mamíferos da região de Nova Cantu, Paraná. As espécies registradas em campo ao longo das fases e campanhas foram registradas por: x – registro no período nas áreas amostradas; e - entorno.

Taxonômia	Nome comum	Construção	2016	2017	2018	2019	2020-1	2020-2
ORDEM DIDELPHIMORPHIA								
Família DIDELPHIDAE								
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	gambá-de-orelha-branca	x	x	x		x		e
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	gambá-de-orelha-preta							
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	cuíca	x	x	x				
ORDEM XENARTHRA								
Família MYRMECOPHAGIDAE								
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	tamanduá-mirim	x						
Família DASYPODIDAE								
<i>Dasyopus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dasyopus septemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-mulita							
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-peba							
<i>Cabassous tatouay</i> (Damarest, 1804)	tatu-de-rabo-mole-grande						x	
ORDEM CHIROPTERA								
Família PHYLLOSTOMIDAE								
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	morcego							
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	morcego	x						
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	morcego							
<i>Carollia perespilatta</i> (Linnaeus, 1758)	morcego	x						
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	morcego	x						
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	morcego-vampiro	x						
Família VESPERTILIONIDAE								

<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	morcego	x						
<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson & Garnot, 1826)	morcego	x						
Família MOLOSSIDAE								
<i>Molossops</i> sp.	morcego							
ORDEM PRIMATES								
Família ATELIDAE								
<i>Alouatta guariba</i> (Humboldt, 1812)	bugio-ruivo							
Família CEBIDAE								
<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)	macaco-prego							
ORDEM CARNIVORA								
Família CANIDAE								
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	graxaim	x	x	x	x	x		x
<i>Lycalopex gymnocercus</i> (G. Fischer, 1814)	raposa-do-campo							
Família FELIDAE								
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	jaguaritica	x	x					
<i>Leopardus guttulus</i> (Hensel, 1872)	gato-do-mato-pequeno							
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	gato-maracajá				x			
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	suçuarana							
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilare, 1803)	gato-mourisco							
Família MUSTELIDAE								
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	lontra			e	e			
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	furão							
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	irara	x						
Família PROCYONIDAE								
<i>Procyon cancrivorous</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798)	mão-pelada	x	x				x	
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	quati	x	e	e	e		x	
ORDEM ARTIODACTYLA								
Família CERVIDAE								

<i>Mazama guazoubira</i> (Fischer, 1814)	veado-catingueiro	x						
Família TAYASSUIDAE								
<i>Dicotyles tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	cateto							
ORDEM RODENTIA								
Família SCIURIDAE								
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> (Gmelin, 1788)	caxinguelê	x						
Família ERETHIZONTIDAE								
<i>Coendou spinosus</i> (F. Cuvier, 1823)	ouriço-cacheiro		e	e	e			e
Família CAVIIDAE								
<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	preá							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	x	x	x	x	x	x	x
Família DASYPROCTIDAE								
<i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein, 1823	cutia							
Família CUNICULIDAE								
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1758)	paca							
Família MYOCASTORIDAE								
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	ratão-do-banhado							
Família CRICETIDAE								
<i>Wilfredomys oenax</i> (Thomas, 1928)	rato-nariz-de-fogo	x						
<i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers 1818)	rato-silvestre	x						
<i>Oligoryzomys flavescens</i> (Waterhouse, 1837)	rato	x						
<i>Oligoryzomys</i> sp. 1	rato	x	x				x	
<i>Oligoryzomys</i> sp. 2	rato	x						
<i>Oxymycterus</i> sp.	rato	x						
<i>Akodon</i> sp. 1	rato	x	x					
<i>Akodon</i> sp. 2	rato	x						
<i>Akodon</i> sp. 3	rato	x						
<i>Phaenomys</i> sp.	rato-do-mato				x			
<i>Rhagnomys</i> sp.	rato-do-mato				x			
ORDEM LAGOMORPHA								

Família LEPORIDAE								
<i>Sylvilagus tapetillus</i> Thomas, 1913	tapiti	x						x
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	lebre-europeia	x	e	e	e	x		x

Tabela 4.3.2.2 – Espécies registradas na campanha 13 e campanha 14 por Sítio Amostral. Áreas: MD01 – Margem Direita 1; MD02 – Margem Direita 2; ME01 – Margem Esquerda 1; Margem Esquerda 2, Ent – Entorno; Método de registro: VI – visual; CT – câmera-trap; PE – pegada; CA – carcaça; FE – fezes; PF – *pit-fall*.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	Campanha 13				Campanha 14			
		MD01	MD02	ME01	ME02	MD01	MD02	ME01	ME02
<i>Dasyus novemcinctus</i>	tatu-galinha	PE				CT	PE		
<i>Cabassous tatouay</i>	tatu-de-rabo-mole-grande			CT					
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	FE		FE	FE	VI	VI / CA	FE / VI	
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato					CT		PE	
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca						CT		CA
<i>Coendou spinosus</i>	ouriço-cacheiro								VI
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	tapiti					VI			
<i>Lepus europaeus</i>	lebre-europeia								VI

Curvas de Acumulação

Ao longo das campanhas de monitoramento, houveram acréscimos de espécies observadas nas áreas de Influência da PCH Cantu 2, isso se deu através de registros diretos como capturas e avistamentos, e indiretos, como pegadas, fezes, carcaças e pelos.

Na campanha 13 (abril de 2020) houve o registro de uma espécie inédita para a região, o tatu-de-rabo-mole-grande (*Cabassous tatouay*), fazendo com que a curva se elevasse. A campanha 14 (outubro de 2020) acrescentou o registro de *Sylvilagus tapetillus* (tapiti) ao monitoramento na fase de operação, a espécie não era registrada para a área de influência da PCH Cantu 2 desde o período de construção. A curva de acumulação parecia tender a estabilização, sem acréscimo de espécies nas campanhas realizadas em 2019, porém com o acréscimo de duas espécies em 2020 voltou a se elevar, fazendo com que o mesmo ocorresse com a de estimadas. Segundo o estimador de primeira ordem *Jackknife 1*, estimasse que ocorram 23.6 espécies de mamíferos para a

região, indicando que outras espécies podem estar ocorrendo na região. (Figura 4.2.3.1).

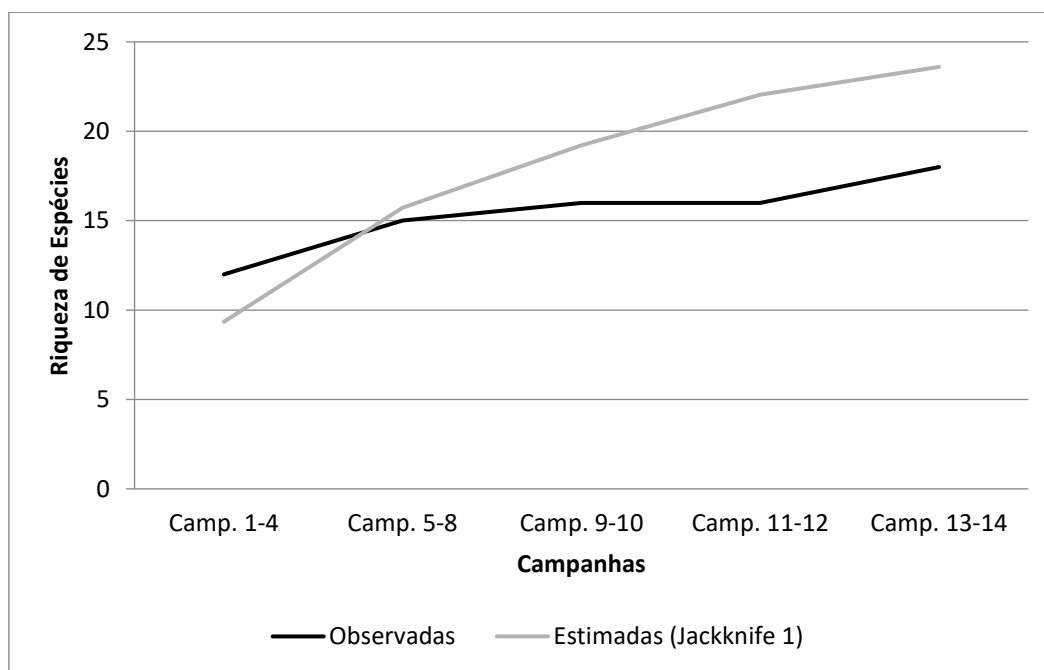


Figura 4.3.2.1 – Curva de riqueza acumulada e estimada nas áreas de influência da PCH Cantu 2.

Comparação entre pontos

De modo geral todos os sítios amostrais apresentaram baixa riqueza de espécies, sendo que os sítios margem direita 2 e margem esquerda 1 apresentaram quatro espécies cada, enquanto que o sítio margem direita 1 e margem esquerda 2 apresentaram duas espécies de mamíferos cada. O entorno, aqui consideradas áreas próximas, como estradas rurais que dão acesso aos sítios amostrais apresentaram a presença de três espécies de mamíferos.

A baixa riqueza nos pontos pode ter relação com o grau de alteração dos mesmos, não possuindo recursos para a manutenção de espécies mais exigentes, que dependam de ambientes florestados ou solos profundos que permitam as espécies que fazem tocas cavar, bem como a presença humana em algumas áreas com frequência, a qual pode interferir diretamente em

algumas espécies, seja pela caça ou afugentamento, fazendo com que não sejam detectadas durante o período de amostragem.

Os índices de similaridade e diversidade são apresentados com base na riqueza e quantidade de contatos com as espécies nos sítios amostrais (Tabela 4.3.2.3 e Figura 4.3.2.2).

Tabela 4.3.2.3 – Valores de similaridade para os Sítios Amostrais nas campanhas 13 e 14 no ano de 2020 com base em Bray-Curtis.

	MD-01	MD-02	ME-01	ME-02
MD-01	1	0,6667	0,5	0,333
MD-02	0,667	1	0,4	0,5
ME-01	0,5	0,4	1	0,6
ME-02	0,333	0,5	0,6	1

Nota-se que os sítios mais similares se considerando as duas campanhas realizadas no ano de 2020 foram MD-02 (margem direita 02) e MD-01 (margem direita 01), seguidos por ME-01 (margem esquerda 01) e ME-02 (margem esquerda 02).

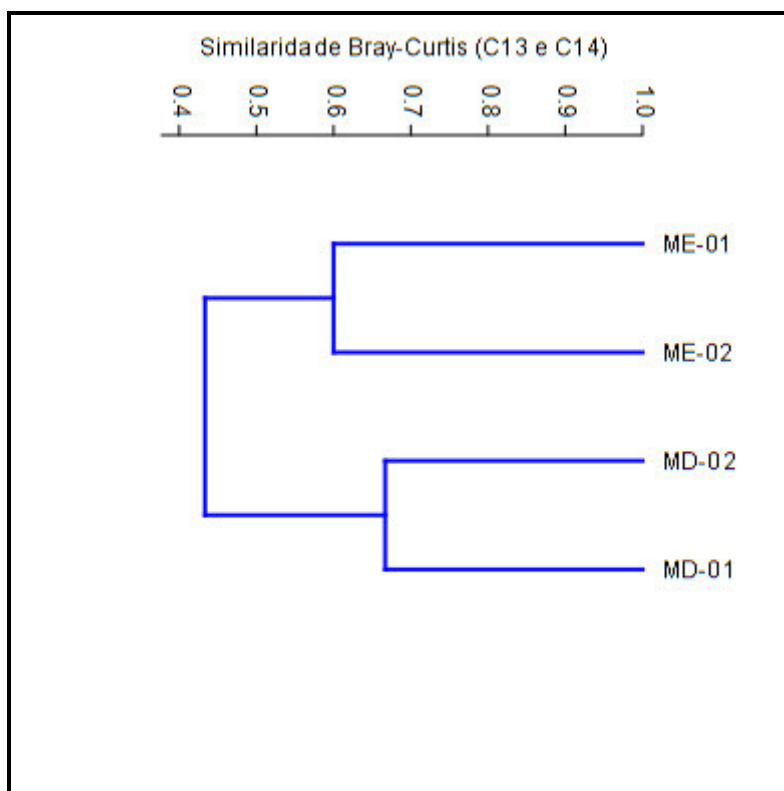


Figura 4.3.2.2 - Cladograma de similaridade das espécies de mamíferos registradas nos sítios nas campanhas 13 (abril) e 14 (outubro) de 2020. PCH Cantu 2

Em relação as espécies enquadradas em categorias de ameaças, duas foram registradas durante as amostragens: *Cabassous tatouay* (tatu-de-rabo-mole-grande) e *Sylvilagus tapetillus* (tapiti).

A espécie *Cabassous tatouay* (tatu-de-rabo-mole-grande) é apresentada como “dados deficientes” no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná, sendo que as principais ameaças são a destruição de hábitat, o fogo e a perseguição (Mikich & Bérnils 2004). Segundo estes autores, a espécie é bastante perseguida em áreas cultivadas devido ao dano causado pela escavação de suas tocas.

S. tapetillus (tapiti) é considerado como “vulnerável” na lista internacional de espécies ameaçadas (IUCN, 2020-2), e como “vulnerável” a nível estadual (Mikich & Bérnils 2004) ressalta-se que a atualização da espécie é recente (2020) na lista estadual consta como *S. brasiliensis*, a espécie compete por recursos com a espécie exótica *Lepus europaeus* (lebre-europeia) também registrada na área de influência da PCH Cantu 2 durante a campanha de

outubro de 2020. Segundo a IUCN, 2020, o tapiti enquadra-se como ameaçada pelo baixo número de indivíduos maduros.

Espécies como *Hydrochoerus hydrochaeris* (cavivara), *Cabassous tatouey* (tatu-de-rabo-mole-grande), *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha), *S. brasiliensis* (tapiti) e *L. europaeus* (lebre-europeia) sofrem pressão de caça para servir de alimento, enquanto que *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) são caçados por atacarem viveiros de aves, ou estragar pomares em ambientes antropizados, não sendo bem vistos por isso. *C. spinosus* (ouriço-cacheiro) é mal visto por afetar indiretamente animais de companhia, cachorros domésticos acabam acoando o mesmo e os atacam, ficando feridos devido ao corpo ser coberto por espinhos.

4.3.3 Considerações

A região centro-oeste do Paraná possui uma diversidade considerável de espécies da mastofauna, sendo que, a baixa riqueza de espécies apresentada por esse relatório, pode ser reflexo do grau de antropização histórico na região. Observa-se uma constância de espécies oportunistas nos pontos amostrais, caracterizado pela presença da cavivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), que é encontrada por toda a região do lago.

Uma espécie considerada como “dados deficientes” na lista estadual foi registrada durante a campanha realizada em abril de 2020, enquanto que uma espécie considerada “vulnerável” foi registrada durante a campanha realizada em outubro de 2020. Ambas espécies são registros inéditos para o monitoramento na fase de operação da PCH Cantu 2, e comprovam que mesmo fragmenta a região, ainda mantém condições de manter espécies ameaçadas.

4.3.4 Registros Fotográficos



Figura 4.3.4.1 – *Cabassous tatouay* (tatu-de-rabo-mole-grande) registrado com câmera-trap. PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.3.4.2 – Pegada de *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha). PCH Cantu 2. Abril de 2020

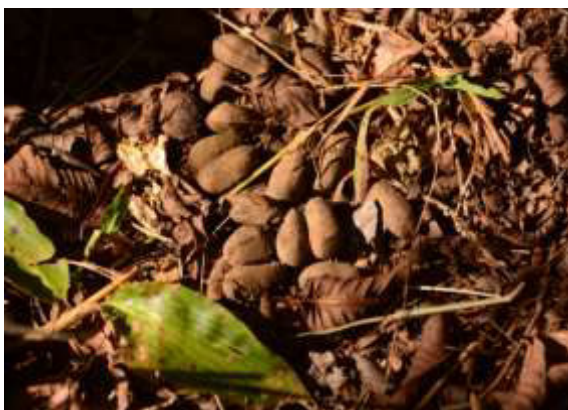


Figura 4.3.4.3 – Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.3.4.4 – Câmera-trap instalada no Sítio Amostral ME02.

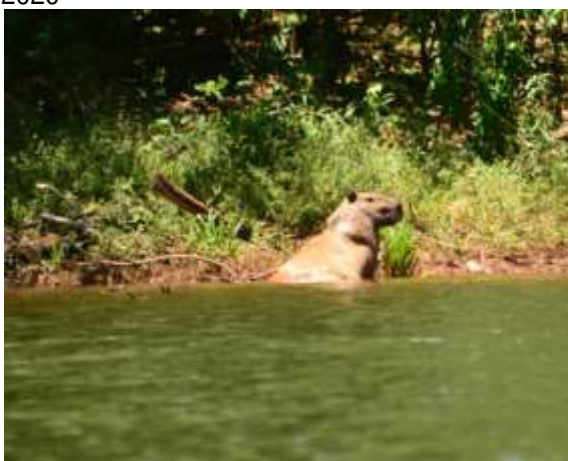


Figura 4.3.4.5 – *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) na margem do reservatório. PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 4.3.4.6 – Crânio de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 4.3.4.7 – Pegadas de *Dasytus novemcinctus* (tatu-galinha). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.3.4.8 – *Coendou spinosus* (ouriço-cacheiro). PCH Cantu 2. Outubro de 2020



Figura 4.3.4.9 – *Dasytus novemcinctus* (tatu-galinha) registrado com câmera-trap. PCH Cantu 2. Outubro de 2020

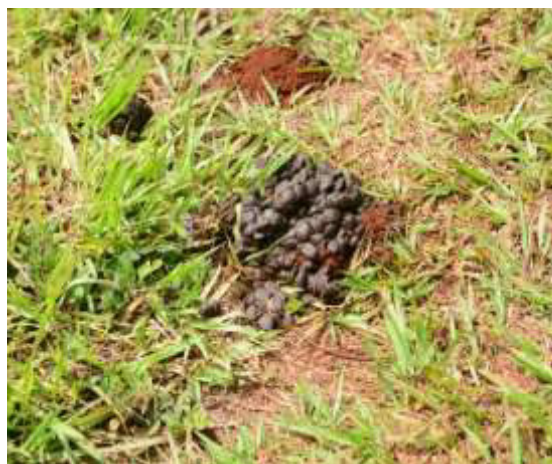


Figura 4.3.4.10 – Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). PCH Cantu 2. Outubro de 2020

4.4 ENTOMOFAUNA

A entomofauna é muito rica e diversificada, sendo necessária a escolha de alguns grupos de insetos para ser foco do monitoramento. As abelhas (Hymenoptera, Apidae) são elementos de destaques na fauna de insetos devido sua grande importância no funcionamento de ecossistemas florestais como polinizadores, sua ampla distribuição e diversidade, associado à facilidade de coleta e sua interdependência com a flora as torna um grupo indicado para estudos de padrões ecológicos (*p. ex.* uso de habitat e padrões fenológicos) e consequentemente em estudos de integridade ambientais (GILES & ASCHER, 2006).

O grupo que melhor responde às alterações ambientais recorrentes da construção e operação da PCH Cantu 2 é o dos meliponídeos, ou abelhas silvestres. Estas dependem diretamente da vegetação nativa existente na área de influência do empreendimento e a presença de certas espécies pode ser associada ao estado de conservação dos ambientes naturais.

4.4.1 Procedimentos Metodológicos

Para amostrar os insetos de interesse, um conjunto de métodos de levantamento de dados foi adotado:

- Levantamentos de dados secundários: Análise da literatura especializada e estudos já realizados, como EIA/RIMA e relatórios, sobre registros de espécies ocorrentes na área ou com provável ocorrência na região do terceiro planalto paranaense.

- Levantamento de dados primários: busca ativa e armadilhas de iscas de cheiros atrativas.

- Busca Ativa:

Consistiu em capturar abelhas preferencialmente enquanto estas visitam flores. Para a coleta foi delimitado em campo, nos pontos amostrais, uma área de 10x10 metros (100m²) para a busca ativa da melissofauna. Foi empregado um esforço amostral de oito horas em cada um dos quatro sítios amostrais. Após coletadas, as abelhas foram mortas em câmeras mortíferas contendo acetato de etila, sendo transferidas em seguida para sacos de papel individualizados contendo número, data, horário de coleta, ambiente e área amostral.

- Armadilhas de cheiro:

A técnica consiste em potes com água, onde é pingado uma quantidade de essência no interior juntamente com uma gota de detergente neutro para que a tensão superficial da água se quebre, e desta maneira os insetos são capturados; foi usada a fragrância de eucaliptol como essência atrativa. Cada conjunto de 3 pratos permaneceram nos pontos de amostragem durante 24 horas.



Figura 4.4.1.1– Armadilhas de cheiro dispostas nos pontos amostrais.

4.4.2 Resultados

- Dados Secundários

De acordo com os dados obtidos durante a execução de Estudos de Impacto Ambiental no rio Piquiri e com os trabalhos focados na Subtribo Euglossina conduzidos em fragmentos de floresta estacional semidecidual (SANTOS & SOFIA, 2002; SOFIA *et al.*, 2004; SOFIA & SUZUKI, 2004; GIANGARELLI *et al.* 2009; WATZEL 2009; GONÇALVES & OLIVEIRA, 2013), estima-se que ocorram 72 morfo-espécies de abelhas na região sendo distribuídas em 36 gêneros, 16 tribos e 5 subfamílias, conforme a literatura.

A tabela a seguir apresenta lista de abelhas da família Apidae (Hymenoptera) de ocorrência em áreas de Floresta Estacional Semidecidual do terceiro planalto paranaense e com provável ocorrência na PCH Cantu 2.

Tabela 4.4.2.1 - Lista de espécies de abelhas da família Apidae (Hymenoptera) de ocorrência em áreas de Floresta Estacional Semidecidual do terceiro planalto paranaense e com provável ocorrência na PCH Cantu 2.

Táxon	Nome popular
ORDEM HYMENOPTERA	
Família Apidae (72)	
Subfamília ANDRENINAE (3)	
Tribo Protoandrenini	
<i>Anthrenoides magaliae</i> Urban, 2005	abelha
<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	abelha
<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	abelha
Subfamília APINAE (35)	

Tribo Apini	
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	abelha europa
Tribo Bombini	
<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	mamangava
<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	mamangava
Tribo Centridini	
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	abelha
Tribo Eucerini	
<i>Gaesischia (Gaesischia) fulgurans</i> (Holmberg, 1903)	abelha
<i>Melissodes (Eclipetica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	abelha
<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	abelha
<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910	abelha
Tribo Euglossini	
<i>Eufriesea auriceps</i> (Friese, 1899)	abelha da orquídea
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	abelha da orquídea
<i>Euglossa carolina</i> Nemésio, 2009	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i> Cockerell, 1904	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	abelha da orquídea
<i>Euglossa (Glossurella) stellfeldi</i> Moure, 1947	abelha da orquídea
<i>Euglossa</i> sp.	abelha da orquídea
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	abelha da orquídea
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1844)	abelha da orquídea
Tribo Exomalopsini	
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> Spinola, 1853	abelha
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) minor</i> Schrottky, 1910	abelha
Tribo Meliponini	
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	inhati
<i>Plebeia nigriceps</i> (Friese, 1901)	mirí
<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	vorá
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	jataí
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	irapuá
Tribo Tapinotaspidini	
<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)	abelha
<i>Paratetrapedia punctata</i> Aguiar & Melo, 2011	abelha
Tribo Tetrapediini	
<i>Tetrapedia</i> cfr. <i>diversipes</i> Klug, 1810	abelha
Tribo Xylocopini	
<i>Ceratina</i> sp. 1	abelha
<i>Ceratina</i> sp. 2	abelha
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	mamangava

Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta Moure & Camargo, 1988 mamangava

Subfamília COLLETINAE (1)

Tribo Colletini

Colletes rugicollis Friese, 1900 abelha

Subfamília HALICTINAE (23)

Tribo Augochlorini

Augochloropsis sp. 1 abelha

Augochloropsis sp. 2 abelha

Augochloropsis sp. 3 abelha

Augochloropsis sp. 4 abelha

Augochloropsis sp. 5 abelha

Augochloropsis sp. 6 abelha

Augochloropsis sp. 7 abelha

Augochloropsis sp. 8 abelha

Augochlora (Augochlora) foxiana Cockerell, 1900 abelha

Augochlora sp. 1 abelha

Augochlora sp. 2 abelha

Augochlora sp. 3 abelha

Augochlora sp. 4 abelha

Augochlorella sp. abelha

Neocorynura sp. 1 abelha

Neocorynura sp. 2 abelha

Neocorynura sp. 3 abelha

Neocorynura sp. 4 abelha

Pereirapis sp. abelha

Pseudaugochlora cfr. *graminea* (Fabricius, 1804) abelha

Temnosoma sp. abelha

Tribo Halictini

Dialictus sp. abelha

Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) hurdi Cure, 1989 abelha

Subfamília MEGACHILINAE (10)

Tribo Anthidiini

Hypanthidium divaricatum (Smith, 1854) abelha

Hypanthidium nigrifulum Urban, 1998 abelha

Hypanthidium obscurius Schrottky, 1908 abelha

Saranthidium marginatum Moure & Urban, 1994 abelha

Tribo Megachilini

Coelioxys (Acrocoelioxys) tolteca Cresson, 1878 abelha

Coelioxys (Cyrtocoelioxys) quaerens Holmberg, 1903 abelha

Coelioxys (Rhinocoelioxys) zapoteca Cresson, 1878 abelha

Megachile (Acentron) tupinaquina Schrottky, 1913 abelha

Megachile (Leptorachis) paulistana Schrottky, 1902 abelha

Megachile (Neochelynia) paulista (Schrottky, 1920) abelha

- Dados Primários

Durante o período de monitoramento abrangendo a fase de construção foram registradas 21 espécies de abelhas de 18 gêneros. Na fase de operação, que corresponde a 14 campanhas, foram registradas 16 espécies de 14 gêneros e três subfamílias de abelhas.

Consolidando as duas fases (construção e operação), foram registradas 31 espécies de 23 gêneros (Tabela 4.4.2.2), pertencentes a três subfamílias de abelhas na área do empreendimento da PCH Cantu 2

Tabela 4.4.2.2 - Lista de espécies registradas nas fases de construção e operação da PCH Cantu 2.

Espécies	Fase de construção	Fase de operação
<i>Anthidiini sp.1</i>	-	X
<i>Anthrenoides sp.</i>	X	-
<i>Apis mellifera</i>	X	X
<i>Augochloropsis sp.1</i>	X	X
<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i>	X	-
<i>Bombus morio</i>	-	X
<i>Centris analis</i>	X	-
<i>Diadasina sp.1</i>	-	X
<i>Euglossa (Euglossa) cfr. cordata</i>	X	-
<i>Exomalopsis sp.1</i>	X	-
<i>Exomalopsis sp.2</i>	X	-
<i>Hypanthidium sp.1</i>	-	X
<i>Larocanthidium sp.1</i>	-	X
<i>Lestrimelitta cfr. rufipes</i>	X	-
<i>Megachile sp.1</i>	X	X
<i>Neocorynura dilutipes</i>	-	X
<i>Paratetrapedia cfr. lugubris</i>	X	-
<i>Paratetrapedia sp.1</i>	-	X
<i>Paratetrapedia sp.2</i>	-	X
<i>Paratetrapedia sp.3</i>	-	X
<i>Plebeia droryana</i>	X	-
<i>Psaenythia cfr. bergii</i>	X	-
<i>Pseudaugochlora cfr. graminea</i>	X	-
<i>Pseudaugochlora indistincta</i>	X	-
<i>Tetragona clavipes</i>	X	X

<i>Tetragonisca angustula</i>	X	X
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	X
<i>Tetrapedia</i> sp.	X	-
<i>Trigona spinipes</i>	X	X
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i>	X	-
<i>Xylocopa frontalis</i>	X	-

Dos espécimes coletados nenhum consta como espécie ameaçada no estado do Paraná (2006), nem mesmo no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2018) e sem indicação de ameaça no âmbito internacional, constatado via IUCN (2020).

O gênero *Megachile*, localizado no ponto amostral ME1, é cosmopolita e têm comportamento solitário, apresenta bons resultados na produção das lavouras de alfafa e estão sendo manejadas em ninhos-armadilha em países como Canadá e EUA (MADER et al. 2010), com intuito de garantir a polinização vegetal.

Apis mellifera, *Bombus morio*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes*, também localizadas durante a fase de operação na área da PCH Cantu 2, estão entre as diversas abelhas apontadas por Gianinni *et al.* (2020) como responsáveis eficazes pela polinização de diversas culturas.

Tetrapedia diversipes, uma abelha solitária coletora de óleo, amplamente presente em ninhos-armadilha, fato que a torna potencialmente uma espécie modelo para estudos ecológicos, genéticos, evolutivos e fisiológicos (SANTOS, et al., 2020), compõem a lista das espécies amostradas na APP do reservatório da PCH Cantu 2. Em contraste com a amplamente estudada *Tetrapedia diversipes* encontradas nos pontos amostrais da margem esquerda do reservatório, foi registrada no ponto amostral ME2 uma espécie de abelha da tribo Anthidiini, a qual ainda hoje, segundo Gomes *et al.* (2020), existe um grande déficit de conhecimento a respeito da sua biologia.

O método de coleta através das armadilhas de cheiro, durante o ano de 2020 para o monitoramento da entomofauna no reservatório da PCH Cantu 2,

não se mostrou eficaz no registro de abelhas (Família Apidae). Durante as campanhas de monitoramento, nenhum indivíduo foi capturado nas armadilhas de cheiro. No entanto, algumas abelhas foram registradas durante a busca ativa em trilhas para verificação das armadilhas, visitando flores, coletando barro e resinas ou em voo, as quais foram observadas e fotografadas quando possível, sendo capturadas e coletadas quando presentes nos pontos amostrais.

O gráfico das Figuras 4.4.2.1 apresenta a abundância das espécies de abelha coletadas na margem direita e esquerda do reservatório da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

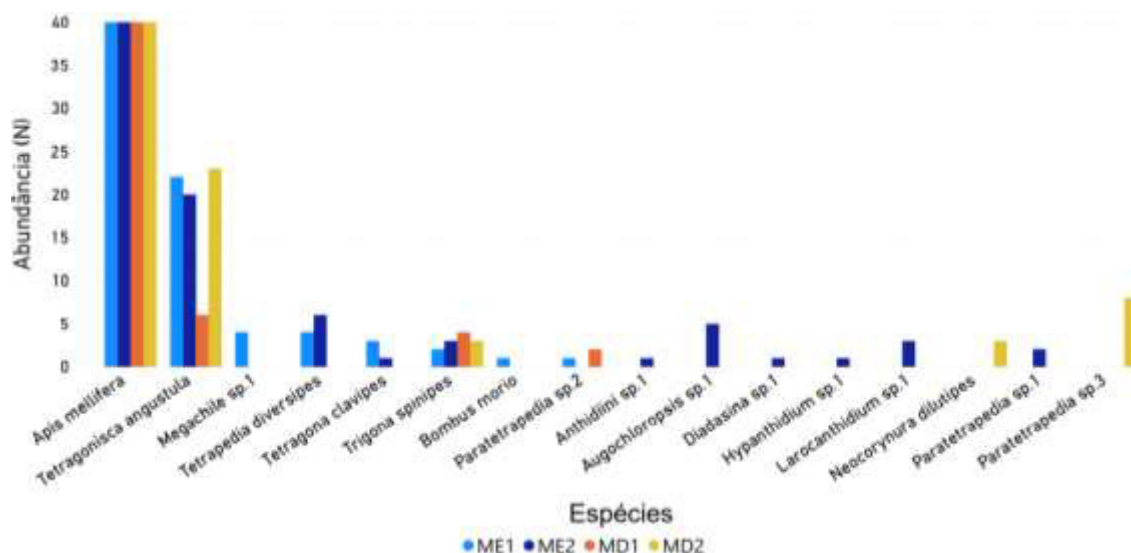


Figura 4.4.2.1 - Abundância das espécies de abelhas coletadas na margem esquerda e direita do reservatório da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

Os resultados obtidos nas campanhas de monitoramento da entomofauna durante a operação do empreendimento não foram suficientes para compor uma curva de acumulação.

A Figura 4.4.2.2 apresenta dendrograma em relação à similaridade entre os pontos amostrais.

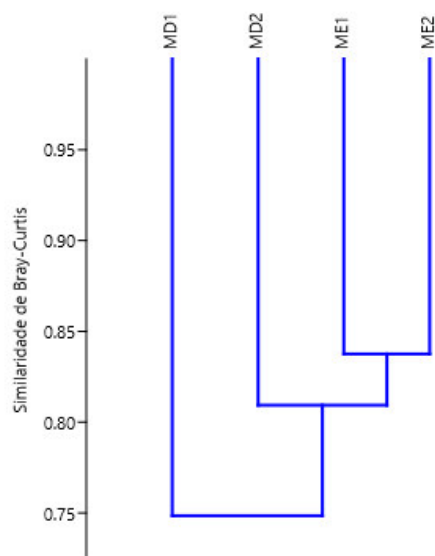


Figura 4.4.2.2 - Dendrograma da relação dos pontos amostrais com às espécies de abelhas coletadas na PCH Cantu 2 em 2020; realizado com o índice de similaridade de Bray-Curtis.

O índice de similaridade de Bray-Curtis, pelo método UPGMA, gerou um coeficiente de correlação cofenética de 0,9069, indicando que o dendrograma representa significativa similaridade entre os ambientes.

O dendrograma da Figura 4.4.2.2 mostra grande similaridade entre os pontos amostrais quando considerada a melissofauna estudada. Sendo que os pontos da margem esquerda mostram grande semelhança entre si e estes com o ponto MD2. Todavia, devido ao alto índice de similaridade de Bray-Curtis e ao elevado coeficiente de correlação cofenética, pode-se afirmar que todos os quatro pontos amostrais se apresentam análogos quando levado em consideração a população de abelhas presente.

A Tabela 4.4.2.3 apresenta os índices de riqueza, abundância e diversidade de Shannon (H), nos pontos amostrais da melissofauna na PCH Cantu 2 no ano de 2020.

Tabela 4.4.2.3 – Índices de riqueza (S), abundância (N) e diversidade de Shannon (H'), e nos pontos amostrais da melissofauna na área de APP do empreendimento da PCH Cantu 2 no ano de 2020.

Índices	Pontos amostrais				Consolidado com todas as áreas
	MD1	MD2	ME1	ME2	
Riqueza (S)	4	5	8	11	27
Abundância (N)	52	77	77	83	289
Diversidade (Shannon H')	0,7736	1,189	1,34	1,597	2,643

Em relação à diversidade, a área amostral ME2 foi a que apresentou maior diversidade ($H'=1,597$) seguida pela área ME1 ($H'=1,34$); MD2 ($H'=1,189$) e por fim MD1 com o menor índice de Shannon ($H'=0,7736$).

Os valores de Shannon sugerem um ecossistema com uma comunidade bastante uniforme, apesar da relativa baixa diversidade de espécies observadas nos pontos amostrais.

A *Apis mellifera* representou 55% dos registros, seguida por *Tetragonisca angustula* com 25%, e os 20% dividido entre as demais espécies registradas.

Devido às diferenças na morfologia, nas estratégias de forrageamento e na utilização do hábitat, por essas espécies simpátricas, os efeitos negativos que uma espécie teria sobre a outra é reduzido, facilitando com isso a coexistência (PIANKA 1973, SCHOENER 1977).

O hábito comportamental de sociabilidade das abelhas coletadas na área da APP da PCH Cantu 2 que interfere diretamente no quesito de nidificação pode ser verificado na Figura 4.4.2.4, que demonstra que quase 70% das abelhas coletas possuem hábito solitário.

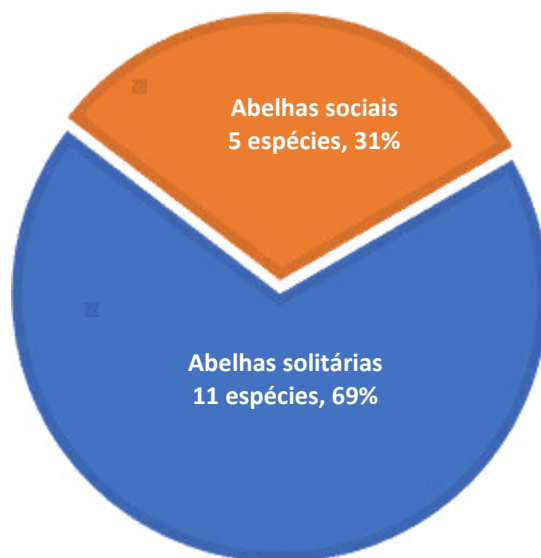


Figura 4.4.2.4 – Características de sociabilidade das abelhas registradas na APP da PCH Cantu 2.

4.4.2.1 Ninhos realocados

Durante o resgate de fauna na supressão da vegetação da PCH Cantu 2 foram registrados 21 ninhos de abelhas nativas, dos quais 17 foram realocados e 4 foram mantidos na mesma árvore.

Os 17 ninhos foram identificados e realocados, em seus próprios invólucros ou troncos. A Tabela 4.4.2.1, apresenta a localização do resgate e do ponto que foram realocados esses ninhos durante a fase da supressão da vegetação na PCH Cantu 2.

Tabela 4.4.2.1 – Coordenadas dos ninhos de abelhas nativas resgatados e realocados dentro de seus próprios invólucros ou troncos, no período da supressão da vegetação do reservatório da PCH Cantu 2.

MARGEM DIREITA				
NºNINHO	DATA	UTM RESGATE	UTM REALOCAÇÃO	ABELHA
1	18.12.14	22J353046 / 7262426	22J352839 / 7262413	TUBUNA
2	19.12.14	22J352092 / 7262612	22J352108 / 7262688	TUBUNA
5	08.08.15	22J 355449 / 7262550	22J 355444 / 7263576	JATAÍ
6	28.08.15	22J 354341 / 7264543	22J 354300 / 7264524	TUBUNA
7	28.08.15	22J 354341 / 7264543	22J 354290 / 7264522	JATAÍ
8	28.08.15	22J 354550 / 7264292	22J 354300 / 7264520	TUBUNA
9	28.08.15	22J 354479 / 7264236	22J 354301 / 7264535	JATAÍ
MARGEM ESQUERDA				
NºNINHO	DATA	UTM RESGATE	UTM REALOCAÇÃO	ABELHA

1	18.11.14	22J 352164 / 7262374	22J 353473 / 7264481	JATAÍ
2	21.11.14	22J 352143 / 7262374	22J 354610 / 7263920	VORÁ
3	26.11.14	22J 351657 / 7262501	22J 354369 / 7264236	JATAÍ
4	27.11.14	22J 352324 / 7262234	22J 351728 / 7267521	MIRIM
5	01.12.14	22J 352131 / 7261950	22J 351305 / 7265888	TUBUNA
6	01.12.14	22J 352143 / 7261889	22J 352191 / 7261825	TUBUNA
7	11.12.14	22J351703 / 7262202	22J351758 / 7267629	JATAÍ
8	11.12.14	22J353099 / 7261979	22J 352998 / 7262112	JATAÍ
12	17.08.15	22J 353693/7261518	22J 353711 / 7261450	IRAPUÁ
13	22.08.15	22J 353704 /72622752	22J 353758 / 7262691	IRAPUÁ

Obs.: A falta de sequência na numeração dos ninhos se deve ao fato do ninho ter sido mantido no local.

Durante as vistorias em campo na fase de operação ficou constatado danos e furtos nos locais que receberam os ninhos realocados.

No ano de 2020 foram vistoriados 10 locais e nenhum foi localizado vivo. Apenas em dois pontos pode-se observar o tronco com características de predação natural. No item 4.4.4, que apresenta os registros fotográficos, pode-se observar os locais dos ninhos realocados.

4.4.3 Considerações

A riqueza de espécies existentes na região ainda é baixa, 43%, quando comparada à lista de espécies com ocorrência prevista para a região de floresta estacional semidecidual do terceiro planalto paranaense. Todavia o número de espécies encontradas na região foi um pouco superior a 83% das listadas por Gonçalves & Oliveira (2013) para um fragmento florestal na mesma região do estado do Paraná. Apenas um gênero representante da subtribo Euglossina foi coletada na fase de construção, todavia são abelhas tipicamente florestais e indicadoras de qualidade ambiental (PERUQUETTI *et al.* 1999; SILVEIRA *et al.* 2002).

Com base nas amostragens realizadas em abril e outubro de 2020, de modo geral a busca ativa mostrou-se mais eficaz que o uso de armadilhas de cheiro.

A comunidade de abelhas identificadas nos pontos amostrais em 2020, seguiu o padrão geral encontrado nos neotrópicos, apresentando muitas espécies com poucos indivíduos e poucas espécies com muitos indivíduos.

Fatores antrópicos, como a presença de pescadores e moradores da região, os quais muitas vezes predam as colmeias, favoreceram e ocasionaram o desaparecimento da maioria dos ninhos realocados na fase de supressão da vegetação.

4.4.4 Registros Fotográficos

Da Figura 4.4.4.1 à Figura 4.4.4.6 estão representadas algumas espécies de abelhas registradas durante as campanhas de abril e outubro de 2020.

Durante os deslocamentos em campo foram encontrados alguns ninhos de abelhas nativas sociais e que estão registrados nas Figuras 4.4.4.7 a 4.4.4.11.

A Figura 4.4.4.12 mostra a etapa do processo de coleta, onde o exemplar capturado é transferido da rede entomológica para a câmara mortífera.

Da Figura 4.4.4.13 à Figura 4.4.4.22 estão apresentados os locais de destinação dos ninhos realocados durante a etapa de supressão da vegetação do reservatório da PCH Cantu 2.



Figura 4.4.4.1 – Abelha solitária *Augochloropsis* sp. forragendo flor da família Asteraceae. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 4.4.4.2 – Abelha solitária *Megachile* sp. Colhendo pólen da família Asteraceae. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 4.4.4.3 –*Augochloropsis* sp. Foto: Camila Cristina Ferreira da Costa, 2020.



Figura 4.4.4.4 –*Megachile* sp. Foto: Camila Cristina Ferreira da Costa, 2020.



Figura 4.4.4.5 –Indivíduo de *Tetragonisca angustula* (jataí). Foto: Camila Cristina Ferreira da Costa, 2020.



Figura 4.4.4.6 – *Apis mellifera* (abelha africanizada), presente em todas as áreas amostradas Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 4.4.4.7 – Ninho recém colonizado de *Tetragonisca angustula* (jataí) na região do ponto amostral ME01. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 4.4.4.8 – Nucleação feita de troncos na APP da ME01 povoada por *Tetragonisca angustula* (jataí). Foto: José WD Carvalho Filho, 2020.



Figura 4.4.4.9 –Árvore, próxima ao ponto MD02, povoada por *Tetragonisca angustula* (jataí), destaque para a entrada do ninho. Foto: José WD Carvalho Filho, 2020.



Figura 4.4.4.10 – Entrada do ninho de *Tetragonisca angustula* (jataí). Foto: José WD Carvalho Filho, 2020.

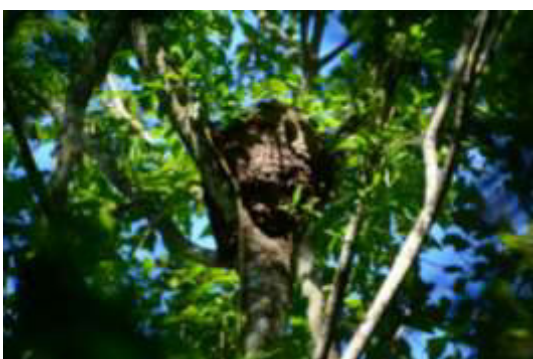


Figura 4.4.4.11 –Ninho de *Trigona spinipes* (irapuá) Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 4.4.4.12 – Frasco mortífero e rede-entomológica usada durante captura da melissofauna. Foto: Jean Júnior Barcik, 2020.



Figura 4.4.4.13 – Local de destinação do ninho MD-02 de tubuna realocado durante a supressão e furtado.



Figura 4.4.4.14 – Tronco predado do ninho, ME-01, de *Tetragonisca angustula* (jataí), na área de realocação.



Figura 4.4.4.15 – Tronco do ninho, ME-08, de *Tetragonisca angustula* (jataí), predado na área de realocação.



Figura 4.4.4.16 – Local de realocação do ninho ME-05 de tubuna, área descaracterizada para ampliação da área de lavoura.



Figura 4.4.4.17 – Local de realocação do ninho ME-07 de jataí, foi descaracterizado pelo aterro para ampliação da estrada.



Figura 4.4.4.18 – Local de realocação onde foi furtado o ninho ME-02 de vorá.



Figura 4.4.4.19 – Local de realocação do ninho ME-04 de mirim, foi descaracterizado para ampliação da estrada.



Figura 4.4.4.20 – Local de realocação do o ninho MD-01, furtado.



Figura 4.4.4.21 – Local de realocação do ninho ME-06 (jataí), furtado.



Figura 4.4.4.22 – Local de realocação onde foi furtado o ninho MD-02 de tubuna.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre da PCH Cantu 2 abrangeu realizadas seis campanhas de monitoramento, já no período de operação foram realizadas 14 campanhas.

Ressalta-se que os períodos são complementares e não podem ser comparáveis quanto à composição da fauna, pois apresentaram condições diferentes de ambientes, bem como diferença entre as metodologias aplicadas, além disso na fase de operação, as campanhas em 2016 e 2017 foram trimestrais enquanto que em 2018, 2019 e 2020 foram semestrais.

Foram monitorados os grupos da herpetofauna, avifauna, mastofauna e Hymenoptera.

O grupo da herpetofauna durante a fase de construção da PCH Cantu 2 apresentou o registro de 30 táxons, entre espécies e espécimes registrados a nível de gênero, enquanto que durante o período de operação 21 espécies foram registradas, se consideradas as duas fases foram registradas 30 espécies identificadas a nível específico e 4 táxons a nível de gênero.

A avifauna apresentou 203 espécies durante a fase de construção, enquanto que durante a fase de operação foram registradas 234 espécies, se compiladas as duas listas têm-se um total de 259 espécies para a área de influência do reservatório.

A mastofauna durante o período da construção apresentou um montante de 29 táxons, entre espécies registradas e espécimes a nível de gênero, enquanto que durante a o período de operação foram registras 18 espécies, se compilados os dois períodos juntamente com as espécies 35 táxons foram efetivamente registrados, enquanto que são possíveis 53 táxons se consideradas as listas de referência.

Em relação a Hymenoptera, durante o período de construção foram registradas 21 espécies de abelhas, enquanto que no período de operação 16 espécies, se compiladas as listas têm-se um montante de 31 espécies.

A composição de espécies bem como a variação da comunidade ao longo do tempo é um processo natural, a não ocorrência de alguns indivíduos que foram registrados anteriormente na fase de construção e que não foram registrados na fase de operação pode ser devido a diferenças entre períodos de amostragem, metodologias e áreas amostradas. As áreas monitoradas representam uma pequena parcela do ambiente, assim a não detecção das algumas espécies registradas anteriormente pode ser pelo fato de estarem inconspícuas no momento do monitoramento. Da mesma forma se aplica ao registro de outras espécies que anteriormente não eram registradas.

A composição da fauna encontra-se estável, com presença de fauna comum com outras regiões do estado, constituída por espécies de grande tolerância ecológica. A Área de Preservação Permanente da PCH Cantu 2 está em processo de formação, acredita-se que, com estabelecimento da vegetação nativa e a criação de novos habitats, espécies mais exigentes quanto a qualidade ambiental, poderão ser registradas na área.

6 EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação	Função	Nº do registro CC
Maira Avila Fonseca	Bióloga	Coordenação geral	CRBio: 28813/07D
David Augusto Roher	Biólogo	Responsável técnico pelo estudo da Mastofauna e Avifauna	CRBio 83346/07D
Vitor Sendin Magalhães	Biólogo	Responsável técnico pelo estudo da Herpetofauna e Entomofauna	CRBio 83423/05 RS

As Anotações de Responsabilidade Técnica encontram-se no ANEXO II.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. F.; CASALI, D. M.; GARBINO, G. S. T., LORETTO, D., LOSS, A. C., MARMONTEL, M., NASCIMENTO, M. C., 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: 01 dez 2020.

AZEVEDO, J. A. R.; VALDUJO, P. H.; NOGUEIRA, C. C. 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*, Hoboken, v. 43, n. 12, p. 2454-2464, 2016.

BÉRNILS, R. S.; MOURA-LEITE, J. C. DE; MORATO, S. A. A. Répteis. In: MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Orgs.). Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná. 2ª ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. p. 497-535.

Black Rock Forest Preserve, New York (Hymenoptera:

CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos) 2015. Lista das aves do Brasil. Disponível em <http://www.cbro.org.br>. Acessado em 28 de outubro de 2019.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). The CITES Appendices. Aug. 2020. 2020. Disponível em: <http://www.cites.org/>. Acesso em: 03 de nov. 2020.

COLWELL, R. K. Estimativas: Estatística estimativa da riqueza de espécies e espécies compartilhadas a partir de amostras. Versão 9.1.0. Guia do usuário e aplicativo publicado em:// viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html, 2013.

- FROST, D. Amphibian Species of the World 6.0, an Online Reference. 2020. Disponível em: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Acesso em: 03 de nov. 2020.
- GARDA, A. A.; STEIN, M. G.; MACHADO, R. B.; LION, M. B.; JUNCÁ, F. A.; NAPOLI, M. F. Chapter 5. Ecology, biogeography, and conservation of amphibians of the Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Eds.). Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America. Cham: Springer, 2017. p. 133-149.
- GIANNINI, T.C., ALVES, D.A., ALVES, R. et al.. 2020. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. *Apidologie* 51:406-421.
- GILES, V. & ASCHER J.S., 2006. A survey of the bees of the Black Rock Forest Preserve, New York (Hymenoptera: Apoidea). *J. Hymenopt. Res.* 15:208-231.
- Giles, V., and J. S. Ascher. 2006. A survey of the bees of the
- GOMES, A.; SILVA, C.; CAVALCANTE, A. et al.. 2020. Bionomy and Nesting Behavior of the Bee *Epanthidium tigrinum* (Schrottky, 1905) (Hymenoptera: Megachilidae) in Trap-Nests. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol.67. 247 p.
- GONÇALVES, R.B. & OLIVEIRA, P.S. 2013. Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. *Journal of Insect Biodiversity*, 2:1-9.
- HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A.; LOEBMANN, D.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. Guia dos Anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia. São Paulo: Anolisbooks, 2013. 544 p.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistic Software package for education and data analysis (reference manual). Oslo: Natural History Museum, University of Oslo, 2001.
- HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. A. C.; FOSTER, M. S. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. 364 p.
- IAP (Instituto Ambiental do Paraná). 2018. Lista das Espécies Animais Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná. <<http://www.iap.pr.gov.br/2018/12/1456/Parana-atualiza-lista-de-aves-ameacadas-de-extincao-no-Estado.html>> Curitiba, PR
- ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Lista de espécies Quase Ameaçadas e com Dados Insuficientes. 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes>. Acesso em: 03 de nov. 2020.
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 15 de dez. 2020.

- IUCN (International Union for the Conservation of Nature). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. 2020. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 01 de dez. 2020.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological methodology. New York, NY: Harper and Row Publishers Inc., 654 p
- MADER, E., SPIVAK, M. & EVANS, E.. 2010. Managing Alternative Pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists. SARE Handbook 11, NRAES-186. SARE and NRAES. Ithaca, New York. 162 p
- MCDIARMID, R. W.; FOSTER, M. S.; GUYER, C.; GIBBONS, J. W.; CHERNOFF, N. Reptile biodiversity: standard methods for inventory and monitoring. Berkeley e Los Angeles: University of California Press, 2012. 424 p.
- MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S.; PIZZI, P. A. Fauna ameaçada no Paraná: uma síntese. In: MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Ed.). Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. p. 743-753.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII – Invertebrados. Vol. 7. Brasília – DF.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União. Portaria Nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014.
- MOURA, M. R.; ARGÔLO, A. J.; COSTA, H. C. Historical and contemporary correlates of snake biogeographical subregions in the Atlantic Forest hotspot. *Journal of Biogeography*, Hoboken, v. 44, n. 3, p. 640-650, 2017.
- PAGLIA, A.P.; DA FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; HERRMAN, 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, 2ª Edição. Occasional Papers in Conservation Biology 6. Washington: Conservation International. 76p.
- PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O.; COELHO, C. D. P.; ABRANTES, C. M. V. & LISBOA, L. C. O. 1999. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Revista Brasileira de Zoologia* 16(Supl.2):101-108.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 4:53-74.
- REIS, N. R. et al. (Eds.). Mamíferos do Brasil. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. 437p.
- SANTOS, P.K.F.; FRANÇOSO, E.; CORDEIRO, G.D. et al.. 2020. Genetic analyses reveal female philopatric behavior and nest usage by multiple females of the solitary oil-collecting bee *Tetrapedia diversipes* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*. 51:815-825.

- SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo state, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 129-151, abr./jun. 2008.
- SCHOENER, T.W. 1977. Competition and niche. In *Biology of the reptilian*. (C. Gans & D.W. Tinkle, eds.). Academic Press, New York, p.35-136.
- SEGALLA, M. V.; LANGONE, J. A. Anfíbios. In: MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Orgs.). *Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná*. 2ª ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. p. 537-577.
- SILVEIRA, FA., MELO, GAR. and ALMEIDA, EAB., 2002. *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. F.A. Silveira, Belo Horizonte, 252 pp.
- SOMA. *Monitoramento de fauna terrestre da PCH Cantu 2 – Relatório Parcial: Campanha 01 a 06. Relatório Técnico*. Curitiba, 2015.
- UETZ, P.; FREED, P.; HOSEK, J. *The Reptile Database*. Aug. 2020. 2020. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/>. Acesso em: 03 de nov. 2020.
- VALDUJO, P. H.; SILVANO, D. L.; COLLI, G.; MARTINS, M. Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical hotspot. *South American Journal of Herpetology*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 63-78, 2012.

8 ANEXOS

AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL Nº 50755



Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos



Instituto Ambiental do Paraná
Diretoria de Controle de Recursos Ambientais

Autorização Ambiental

Nº 50755

Validade 09/04/2021

Protocolo 154570993

01 CONTROLE

Autorização nº
50755

Validade
24 Meses

Protocolo SPI de origem
154570993

Autorização Ambiental para Atividade de:
Monitoramento de Fauna

O Instituto Ambiental do Paraná - IAP, com base na legislação ambiental e demais normas pertinentes, e tendo em vista contido no expediente protocolado sob o número anteriormente citado, expede a presente Autorização a:

02 IDENTIFICAÇÃO DO AUTORIZADO

Razão Social - Pessoa Jurídica / Nome - Pessoa Física

CANTU ENERGETICA S.A

C.G.C. - Pessoa Jurídica / C.P.F. - Pessoa Física
04502574000119

Inscrição Estadual - Pessoa Jurídica / R.G. - Pessoa Física
ISENTO

Ramo de Atividade - P. J. / Profissão - P. F.
Hidrelétrica

Endereço
AVENIDA ENGENHEIRO DOMINGOS FERREIRA, 2589

Bairro
BOA VIAGEM

Município
Recife

UF
PE

Cep
51020031

Telefone
4133237399

03 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Empreendimento
PCH CANTU 2

Endereço
Rio cantu, 94km a montante

Bairro

Município
Nova Cantu

UF
PR

Cep
00000000

04 DETALHAMENTO DA AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL

Corpo Hídrico do Entorno

Bacia Hidrográfica
Piquiri

Destino do Esgoto Sanitário

Destino do Efluente Líquido

Detalhar o teor da autorização, premissas e condicionantes de sua concessão

PARECER TÉCNICO:

Trata-se de solicitação de Autorização Ambiental para monitoramento de fauna silvestre, com captura coleta e transporte da MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA, AVIFAUNA e ICTIOFAUNA na região de influência da PCH CANTU 2 localizada entre os municípios de NOVA CANTU, RONCADOR, LARANJAL E PALMITAL/PR.

CONDICIONANTES:

1. A presente autorização ambiental está em conformidade com a Resolução CONAMA Nº 237/97 e atende a PORTARIA IAP 097/12;
2. O material coletado deverá ser encaminhado à coleção biológica da Sociedade de Educação Superior Guairacá LTDA (SESG), Guarapuava - PR;
3. Esta Autorização foi concedida com base nas informações e procedimentos metodológicos do plano de trabalho de monitoramento de fauna apresentado e aprovado pelo IAP.
4. Apresentar os resultados de Monitoramento de fauna, da seguinte forma:



Secretaria do Estado do Meio
Ambiente e Recursos Hídricos



Instituto Ambiental do Paraná
Diretoria de Controle de Recursos Ambientais

Autorização Ambiental

Nº 50755

Validade 09/04/2021

Protocolo 154570993

" Descrição detalhada dos procedimentos metodológicos, incluindo áreas de abrangência das atividades e a descrição das análises dos dados obtidos. Essas análises além de prever a descrição qualitativa e quantitativa dos dados obtidos deverão, preferencialmente, apresentar análises comparativas entre a ictiofauna monitorada e a ictiofauna ocorrente no local (com base nos resultados do levantamento e do monitoramento de ictiofauna já realizados);

" Apresentar indicadores do Monitoramento de fauna.

" Tabela digital de dados brutos (em Excel), levantados em campo contendo: data; local do registro (UTM ou coordenada geográfica); localidade; espécie (nome científico e vulgar); tipo de registro; dados de biometria e marcação; dados da destinação.

" Avaliação final e crítica dos reais impactos causados pelo empreendimento, conforme observações de campo e como tem interferido no meio terrestre.

5. Equipe Técnica:
Nome: Maira Avila Fonseca
Cargo: Bióloga
CRBio: 28813/07-D
Função: Coordenadora Geral;

Nome: David Augusto Roher
Cargo: Biólogo
CRBIO: 83346/07-D
Função: Responsável técnico pelo estudo da Mastofauna e Avifauna;

Nome: Vitor Sendin Magalhães
Cargo: Biólogo
CRBIO: 83423/05
Função: Monitoramento da Herpetofauna e Entomofauna;

6. Não é permitido:

- A) CAPTURA, COLETA, TRANSPORTE E SOLTURA DE ESPÉCIES EM ÁREA PARTICULAR SEM O CONSENTIMENTO DO PROPRIETÁRIO;
- B) CAPTURA, COLETA E TRANSPORTE E SOLTURA DE ESPÉCIES EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS, ESTADUAIS, DISTRITAIS OU MUNICIPAIS SALVO QUANDO ACOMPANHADAS DA ANUÊNCIA DO ÓRGÃO ADMINISTRADOR COMPETENTE;
- C) COLETA E TRANSPORTE DE ESPÉCIES LISTADAS NA INSTRUÇÃO NORMATIVA MMA Nº 3/2003 E ANEXOS CITES;
- D) COLETA DE MATERIAL BIOLÓGICO POR TÉCNICOS NÃO LISTADOS NESTA AUTORIZAÇÃO;
- E) EXPORTAÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO.
- F) PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS QUE NÃO CONSTEM NO PLANO DE TRABALHO APROVADO PELO IAP.

7. O Pedido de renovação, caso necessário, deverá ser protocolado 30 (Trinta) dias antes de expirar o prazo de validade desta autorização, contendo toda a documentação e plano de trabalho atualizado conforme portaria IAP 097/2012, válido somente sem emendas ou rasuras;

8. O descumprimento das condicionantes estabelecidas nesta autorização sujeita os responsáveis à aplicação de sanções previstas na legislação pertinente.



Secretaria do Estado do Meio
Ambiente e Recursos Hídricos



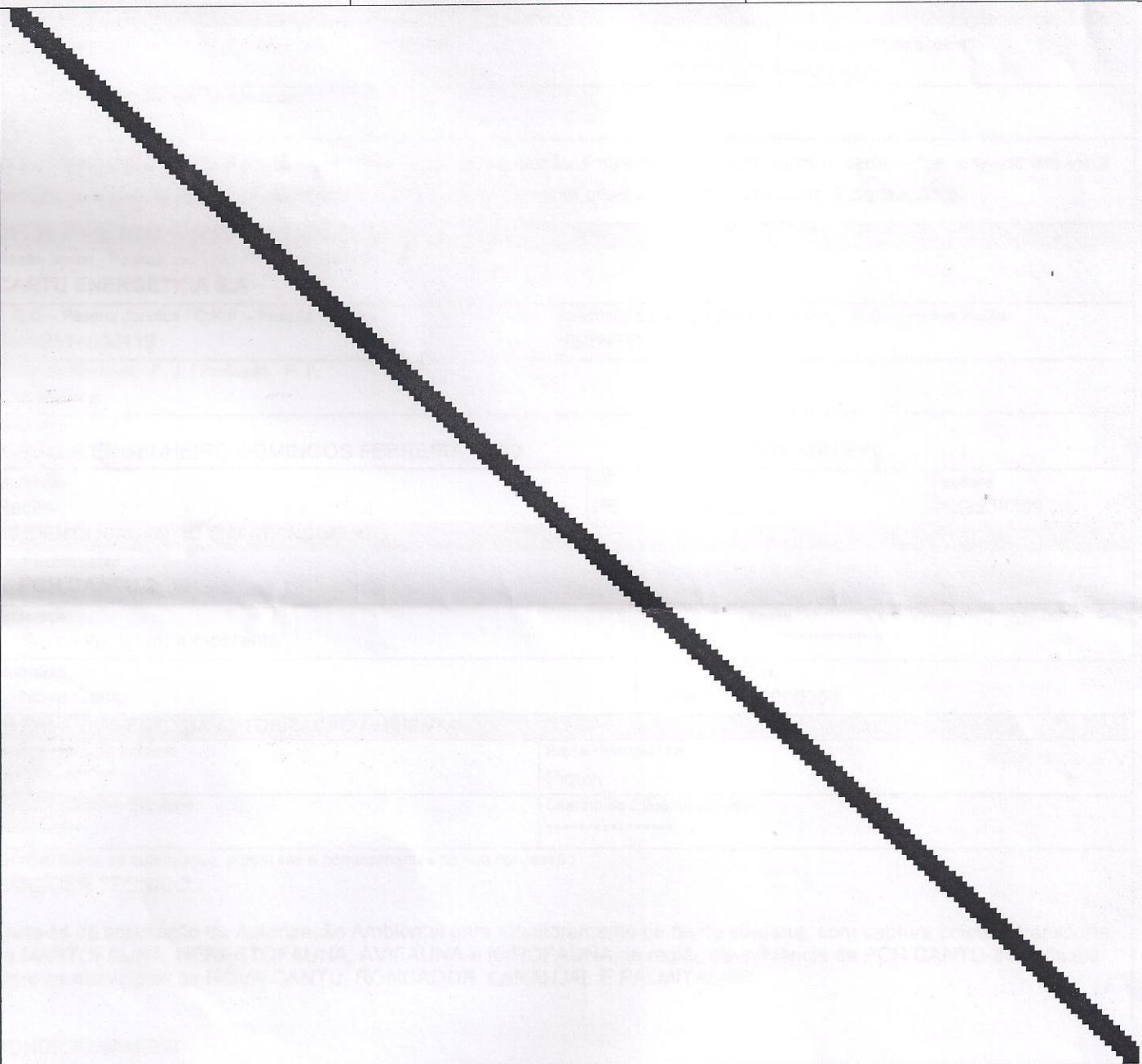
Instituto Ambiental do Paraná
Diretoria de Controle de Recursos Ambientais

Autorização Ambiental

Nº 50755

Validade 09/04/2021

Protocolo 154570993



05 AUTENTICAÇÃO PELO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ

Local e data

CURITIBA, 09 de abril de 2019

O proprietário requerente acima qualificado não consta nesta data, como devedor no cadastro de autuações ambientais do Instituto Ambiental do Paraná.

Carimbo e assinatura do representante do IAP

JOSÉ VOLNEI BISOGNIN
Diretor de Avaliação de Impacto Ambiental
e Licenciamentos Especiais - DIALE

ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 7ª REGIÃO


ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Nº: 07-2935/16

CONTRATADO

Nome: MAIRA AVILA FONSECA	Registro CRBio: 28813/07-D
CPF: 48554367049	Tel: 041 33399310
E-mail: mairaf@somaambiente.com.br	
Endereço: RUA PEDRO MURARO, 50 - CASA 67	
Cidade: CURITIBA	Bairro: SÃO JOÃO
CEP: 82030-620	UF: PR

CONTRATANTE

Nome: SOMA SERV. ORGAN. E MEIO AMBIENTE LTDA	
Registro profissional:	CPF/CGC/CNPJ: 03.743.732/0001-60
Endereço: RUA BRASÍLIO ITIBERÊ, 2969	
Cidade: CURITIBA	Bairro: REBOUÇAS
CEP: 80250-160	UF: PR
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Ocupação de Cargo/Função - Cargo/função técnica *		
Identificação: PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE		
Município do trabalho: Nova Cantu	Município da sede: Curitiba	UF: PR
Forma de participação: Equipe	Perfil da equipe: biólogo	
Área do conhecimento: Zoologia	Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Coordenação do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre durante a fase de operação da PCH Cantu 2, localizada no rio Cantu, nos municípios de Nova Cantu e Roncador, estado do Paraná.		
Valor: R\$ 4382,84	Total de horas: 160	
Início: 01/04/2016	Término:	

ASSINATURAS
Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 14/04/2016 Assinatura do profissional	Data: 14/04/2016 SOMA CONSULTORIA AMBIENTAL Alexandre Velga de Camargo Assinatura e carimbo do contratante	Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio 24 horas em nosso site e depois o serviço de Conferência de Atas
--	---	---

Solicitação de baixa por distrato

Data: / /
Assinatura do profissional
Data: / /
Assinatura e carimbo do contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRI

Data: / /	Assinatura do profissional
Data: / /	Assinatura e carimbo do contratante

[Imprimir ART](#)



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 7ª REGIÃO



ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 07-2221/18
CONTRATADO		
Nome: DAVID AUGUSTO ROHER	Registro CRBio: 83346/07-D	
CPF: 04741446905	Tel: 984131944	
E-mail: cheirodomato@gmail.com		
Endereço: RUA ANTONIO STIVAL, 235		
Cidade: CURITIBA	Bairro: SANTA FELICIDADE	
CEP: 82400-060	UF: PR	
CONTRATANTE		
Nome: SOMA SERV. ORGAN. E MEIO AMBIENTE LTDA		
Registro profissional:	CPF/CGC/CNPJ: 03.743.732/0001-60	
Endereço: AV. DES. HUGO SIMAS, 1588		
Cidade: CURITIBA	Bairro: BOM RETIRO	
CEP: 80520-250	UF: PR	
Site: vanessa@somaambiente.com.br		
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL		
Natureza: Prestação de Serviços - 1.7		
Identificação: Programa de Monitoramento da Fauna (avifauna e mastofauna)		
Município do trabalho: Nova Cantu	Município da sede: Curitiba	UF: PR
Forma de participação: Equipe	Perfil da equipe: biólogos	
Área do conhecimento: Zoologia	Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Execução do Programa de Monitoramento da Fauna (avifauna e mastofauna) durante a fase de operação da PCH Cantu 2, localizada no rio Cantu, nos municípios de Nova Cantu e Roncador, estado do Paraná.		
Valor: R\$ 2000,00	Total de horas: 160	
Início: 15/10/2018	Término:	
ASSINATURAS		
Declaro serem verdadeiras as informações acima		Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio7-24 horas em nosso site e depois o serviço Conferência de ART
Data: 15 / 10 / 2018 Assinatura do profissional	Data: 15 / 10 / 2018 SOMA CONSULTORIA AMBIENTAL Assinatura do contratante	
Solicitação de baixa por distrato	Solicitação de baixa por conclusão	
Data: / /	Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Assinatura do profissional	Data: / / Assinatura do profissional	
Data: / /	Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	
Assinatura e carimbo do contratante		

[Imprimir ART](#)



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 7ª REGIÃO



ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 07-2958/16
CONTRATADO		
Nome: VITOR SENDIN MAGALHÃES	Registro CRBio: 83423/07-D	
CPF: 06680450608	Tel: 99151114	
E-mail: vitor@somaambiente.com.br		
Endereço: R. BRASÍLIO ITIBERÊ, 2969		
Cidade: CURITIBA	Bairro: REBOUÇAS	
CEP: 80250-160	UF: PR	
CONTRATANTE		
Nome: SOMA SERV. ORGAN. E MEIO AMBIENTE LTDA		
Registro profissional:	CPF/CGC/CNPJ: 03.743.732/0001-60	
Endereço: RUA BRASÍLIO ITIBERÊ, 2969		
Cidade: CURITIBA	Bairro: REBOUÇAS	
CEP: 80250-160	UF: PR	
Site:		
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL		
Natureza: Ocupação de Cargo/Função - Cargo/função técnica *		
Identificação: Programa de Monitoramento da Fauna de Operação da PCH Cantu 2		
Município do trabalho: Nova Cantu	Município da sede: Curitiba	UF: PR
Forma de participação: Equipe	Perfil da equipe: Biólogos	
Área do conhecimento: Zoologia	Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: Será realizado sobre vigência da LO nº 33945 o programa de Monitoramento da Fauna Terrestre em Área de Preservação Permanente e em áreas de soltura da fauna anteriormente realocada nos arredores da PCH Cantu 2. Coordenação técnica e executiva da Entomofauna e Herpetofauna.		
Valor: R\$ 3200,00	Total de horas: 120	
Início: 11/04/2016	Término:	
ASSINATURAS		
Dedaro serem verdadeiras as informações acima		Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio7-24 horas em nosso site e depois o serviço Conferência de ART
Data: 12/04/2016 Assinatura do profissional	Data: 12/04/2016 SOMA CONSULTORIA AMBIENTAL Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	

[Imprimir ART](#)



BRENNAND
energia

REVISÃO PERÍODICA DE SEGURANÇA - RPS

PCH CANTÚ 2



PROSENGE
projetos e engenharia

CUT2-BA-RPS-001-00-20

OUTUBRO/2020

Presidente Executivo:
Mozart de S. Campos Araújo
Cantú Energética S.A.

Responsável Técnico Seg. Barragem: Luiz
Fernando F. do Prado - Brennand Energia
Eng. Civil - CREA PE 047637

Responsável elaboração RPS:
Henrique Y. Vieira - Prosenge Eng.
Eng. Civil - CREA PR 61.964/D

00	26/10/2020	Emissão inicial	PBE	Prosenge Projetos e Engenharia
Revisão	Data	Objeto da revisão	Redação	Empresa

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o estudo de Revisão Periódica de Segurança da PCH Cantú 2.

Este estudo tem como objetivo de verificar as condições gerais de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte dos critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos e sismológicos, assim como as alterações das condições a montante e a jusante do barramento, com o intuito de propor ações de reabilitação e melhoria, quando necessário, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens – Lei Federal nº 12.334/2010, a Resolução Normativa – ANEEL - Nº 696/2015.

1	INTRODUÇÃO	9
2	SUMÁRIO EXECUTIVO	10
2.1	Identificação da Barragem e Empreendedor	10
2.1.1	Dados técnicos do empreendimento	10
2.1.2	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	16
2.2	Identificação do Responsável Técnico pela Revisão Periódica	17
2.2.1	Empresa Executora	17
2.2.2	Responsável Técnico.....	17
2.3	Período de realização do trabalho	17
2.4	Listagem dos estudos realizados	17
2.5	Conclusões	17
2.6	Recomendações.....	18
2.7	Plano de ação de melhorias e cronograma de implantação das ações indicadas no trabalho	19
3	REVISÃO DOS CRITÉRIOS DE PROJETO	21
3.1	Estudos hidrológicos/hidráulicos	21
3.1.1	Características gerais da bacia hidrográfica.....	21
3.1.2	Estudos de Hidrologia e Regionalização	27
3.1.3	Série de Vazões Médias Mensais Para PCH Cantú 2 – 1.657 km ²	39
3.1.4	Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais	41
3.1.5	Vazões Mínimas – PCH Cantú 2.....	42
3.1.6	Vazões Máximas – PCH Cantú 2.....	43
3.1.7	Gráficos Vazões – PCH Cantú 2.....	45
3.1.8	Estudo de Cheias – PCH Cantú 2.....	46
3.2	Análise das Estruturas Extravasoras.....	48
3.3	Estudos geológicos, geotécnicos e sismológicos	49
3.3.1	Principais condicionantes geológico-geotécnicos locais	49
3.4	Investigações Geológicas realizadas no Projeto Básico	50
3.5	Investigações Geológicas realizadas no Projeto Básico Consolidado.....	50

3.5.1	Condições de fundação das estruturas do barramento circuito de adução	56
3.5.2	Taludes de escavação em solo e rocha	57
3.5.3	Critérios sismológicos	60
3.5.4	Plano de Auscultação Geotécnica	60
3.6	Segurança e Verificação da Estabilidade do Barramento	67
3.6.1	Verificação de Estabilidade da barragem de enrocamento	67
3.6.2	Vertedouro	72
4	MATRIZ DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM CONFORME ARTIGO TERCEIRO DA RESOLUÇÃO 696/2015	77
5	CONCLUSÕES	77
6	EQUIPE TÉCNICA	78
7	BIBLIOGRAFIA.....	79
8	ANEXOS	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização e acesso da Usina.....	10
Figura 2 – Foto das estruturas civis da Montante – PCH Cantú 2	14
Figura 3 – Vista Geral Jusante – PCH Cantú 2.....	15
Figura 4 – Sub Bacias no Estado do Paraná	21
Figura 5 – Localização PCH Cantú 2 e Rio Cantu	22
Figura 6 – Mapa Climático do Paraná	22
Figura 7 – Localização das Estações Climatológicas Utilizadas.....	23
Figura 8 – Precipitação Média Anual no estado do Paraná.....	26
Figura 9 – Estações Fluviométricas utilizadas nos estudos – Fonte da imagem Google Earth	27
Figura 10 – Planta de localização de sondagem na área do barramento	52
Figura 11 – Perfil geológico-geotécnico da margem direita e leito do rio - Barramento.....	53
Figura 12 – Perfil geológico-geotécnico da margem esquerda - Barramento.....	53
Figura 13 – Planta de localização de sondagem na área do circuito de adução.....	54
Figura 14 – Perfil geológico-geotécnico ao longo do circuito de adução.....	55
Figura 15 – Cortina de injeções de impermeabilização ao longo do barramento	57
Figura 16 – Planta de localização das seções de escavação em solo típicas empregadas na avaliação de estabilidade de talude escavados em solo (Fonte: CT2-E-GEMC-C05-0001)	58
Figura 17 – Seção típica de escavação em rocha e solo ao longo do canal de adução.....	58
Figura 18 – Planta de locação dos instrumentos instalados na Barragem de Enrocamento da Margem esquerda e estruturas de concreto	61
Figura 19 – Seção longitudinal de monitoramento da barragem de enrocamento.	61
Figura 20 – Seções transversais de monitoramento da barragem de enrocamento.....	61
Figura 21 – planta de localização dos marcos superficiais complementares	63
Figura 24 – Locação dos medidores de vazão com seus respectivos seguimentos de contribuição de barragem	66
Figura 25 – Seção representativa do estudo de estabilidade a barragem	68
Figura 26 – Legenda de materiais que constituem a seção de análise de estabilidade da barragem de enrocamento.....	68
Figura 27 – Planta Blocos 2 a 6.....	73
Figura 28 – Seção típica dos Blocos 2 a 6.....	74
Figura 29 – Planta Bloco 7	74
Figura 30 – Seção típica do Blocos 7	74

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de Temperatura Média, Máxima Média Diária Mensal e Mínima Média Diária Mensal	24
Tabela 2 – Dados de Insolação, Evapotranspiração e Umidade Relativa do Ar	25
Tabela 3 – Dados de Precipitação Média Mensal	26
Tabela 4 – Estações Fluviométricos Utilizados	27
Tabela 5 – Legenda dos postos fluviométricos utilizados nas equações de correlação	29
Tabela 6 – Equações de Correlação Utilizadas	31
Tabela 7 – Vazões Médias Mensais nas Estações em estudo – Série Estendida.....	31
Tabela 8 – Dados das Estações Estudadas	37
Tabela 9 – Dados da Estação Balsa do Cantu.....	38
Tabela 10 – Vazão Média de Longo Período e Correlação PCH Cantú 2 x Balsa do Cantu	39
Tabela 11 – Vazão Média Mensal - PCH Cantú 2 (m ³ /s).....	39
Tabela 12 – Vazões Médias Mensais – RPS e Projeto Básico.....	41
Tabela 13 – Permanência de Vazão Médias Mensais para PCH Cantú 2	42
Tabela 14 – Vazões Mínimas Diárias – PCH Cantú 2.....	42
Tabela 15 – Vazões Máximas Diárias – PCH Cantú 2	44
Tabela 16 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheia Anual.....	45
Tabela 17 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo	46
Tabela 18 – Vazão Máxima Cheia Normal e Instantânea para diferentes TR – PCH Cantú 2	46
Tabela 19 – Vazões de Cheias Instantâneas – RPS e Projeto Básico	47
Tabela 20 – Curva de Descarga Vertedouro PCH Cantú 2	48
Tabela 21 – Campanha de investigação projeto básico (COPEL)	50
Tabela 22 – Campanha de investigação projeto básico consolidado.....	50
Tabela 23 – Identificação dos Derrames Geológicos da PCH CANTÚ 2	51
Tabela 24 – Tabela dos níveis de referência para monitoramento da auscultação da barragem	62
Tabela 25 – Vazões de drenagem através de 34 barragens brasileiras de terra-enrocamento (Silveira, 2006)	65
Tabela 26 – Valores de referência para monitoramento dos medidores de vazão.....	66
Tabela 27 – Parâmetros de resistência e permeabilidade.....	69
Tabela 28 – Fatores de Segurança Admissíveis Considerados nas Análises de Estabilidade	69
Tabela 29 – Resumo das análises realizadas.....	70
Tabela 30 – Valores dos fatores de segurança obtidos na estabilidade	71
Tabela 31 – Resultado Análise de Estabilidade – Vertedouro Blocos 2 a 6 - Projeto Executivo GeoEnergy (CTU2-E-GEMC-VRT-C08-0001-1A).....	76
Tabela 32 – Resultado Análise de Estabilidade – Vertedouro Bloco 7 - Projeto Executivo GeoEnergy (CTU2-E-GEMC-VRT-C08-0001-1A).....	76

GLOSSÁRIO

Adotam-se nesse documento os seguintes termos. Adicionalmente utiliza-se como referência os termos adotados em:

- Glossário da Lei Federal nº 12.334/2010 – Política Nacional de Segurança da Barragem.
- Glossário da Resolução Normativa nº 696/2015 ANEEL – Classificação, Formulação do Plano de Segurança e Revisão periódica de Segurança em Barragens fiscalizadas pela ANEEL.

AGENTES – Refere-se as empresas e órgãos governamentais, como ANA, ANEEL, DNPM e NOS;

ANA – Agência Nacional de Águas;

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica;

ANOMALIA – deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem;

BARRAGEM – obstrução artificial de curso de água que vise à exploração de potencial de energia hidráulica, compreendendo-se do barramento e demais estruturas associadas;

BARRAGENS FISCALIZADAS PELA ANEEL – barragens objeto de outorga para exploração de potencial de energia hidráulica;

DANO POTENCIAL ASSOCIADO À BARRAGEM – dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem;

EMPREENDEDOR – concessionário ou autorizado de uso de bem público responsável pela implantação e exploração das instalações de geração de energia hidráulica de que trata o respectivo ato de outorga, ou detentor de registro para fins de exploração de potencial de energia hidráulica;

GESTÃO DE RISCO – ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos;

ISR – Inspeção de Segurança Regular na BARRAGEM;

ISE – Inspeção de Segurança Especial na BARRAGEM;

O&M – Operação e Manutenção;

PAE – Plano de Ação de Emergências;

PSB – Plano de Segurança da Barragem;

PNSB – Política Nacional de Segurança de Barragens;

RESERVATÓRIO – acúmulo artificial de água decorrente da construção da barragem;

RESPONSÁVEL TÉCNICO – engenheiro ou equipe multidisciplinar com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA com atribuições profissionais compatíveis com as de projeto, construção, operação ou manutenção de barragens, segundo critérios definidos pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA.

RPS – Revisão Periódica de Segurança;

SEGURANÇA DE BARRAGEM – condição onde se deve manter a integridade estrutural e operacional para a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente no trecho de influência da BARRAGEM;

USINA – Designação do conjunto de instalações relacionadas com empreendimento, compreendendo suas instalações civis, como barragem, casa de força, acessos e demais instalações civis, todos os equipamentos eletromecânicos, incluindo a linha de interligação ao sistema e conexão.

Sigla Usina:

CUT2 – Pequena Central Hidrelétrica Cantú 2.

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla a Revisão Periódica de Segurança (RPS) de Barragem da usina hidrelétrica PCH Cantú 2 (CUT2), atendendo a Política Nacional de Segurança de Barragens – Lei Federal nº 12.334/2010 e a Resolução Normativa – ANEEL - Nº 696/2015.

Este volume contempla o sumário executivo, revisão dos critérios de projeto, matriz de risco e classificação da barragem.

Foi realizada inspeção de segurança regular da barragem no ano de 2020, revisão em todo Plano de Segurança da Barragem de modo melhorar procedimentos de inspeções e manutenções da Usina, bem como realizado reciclagem da equipe interna da segurança da barragem. Também foi revisado todo o Plano de Ação de emergências com novo rompimento da barragem e procedimentos de alerta etc.

Também foram revisados todos os critérios de projetos das estruturas do barramento, revisados e atualizados os estudos hidrológicos com a respectiva análise da capacidade de descarga do vertedouro em face aos novos valores de cheias encontrados na revisão.

Os documentos referentes a Inspeção Civil Regular (IRS), Plano de Segurança da Barragem (PSB) e Plano de Ação de Emergências (PAE) estão apresentados nos seguintes documentos:

- Documento CUT2-BA-ISR-001-02 - Inspeção de Segurança Regular de Barragem 2020;
- Documento CTU2-BA-PSB-001-01 - Plano de Segurança de barragens (Revisão dos procedimentos de inspeção, operação e manutenção / Revisão dos procedimentos, equipamentos e registros de instrumentação e Monitoramento);
- Documento CTU2-BA-PAE-001-01 - Plano de Ação de Emergência (PAE).

2 SUMÁRIO EXECUTIVO

2.1 Identificação da Barragem e Empreendedor

2.1.1 Dados técnicos do empreendimento

A bacia do Rio Cantu localiza-se no centro este do Estado do Paraná, atingindo os Municípios de Campina da Lagoa, Nova Cantú, Altamira do Paraná, Laranjal, Mato Rico, Palmital, Pitanga e Santa Maria do Oeste.

O Rio Cantu, afluente da margem direita do Rio Piquiri, nasce próximo à cidade de Pitanga-PR, percorre 226 km com sentido principal para oeste com área de drenagem de 2.957 km². A sua foz está localizada a aproximadamente 285 km a montante da confluência do Rio Piquiri com o Rio Paraná. Os principais afluentes são os rios Ribeirão Azul, Caratuva e Canca da margem direita e os rios Água Quente e da Prata da margem esquerda.

A Pequena Central Hidrelétrica Cantú 2 está localizada entre os municípios de Laranjal, Nova Cantú e Altamira do Paraná, com coordenadas geográficas aproximadas da barragem 24° 44' 45" de latitude Sul e 52° 28' 05" de longitude Oeste, conforme apresentado na figura a seguir.

O acesso à usina faz-se a partir da cidade de Cantú através da rodovia PR-239 no sentido Nordeste virando à direita na Estrada Rural Água da Abelha seguindo por 16 km até a portaria da PCH Cantú 2. A Figura 1 apresenta localização da Usina.

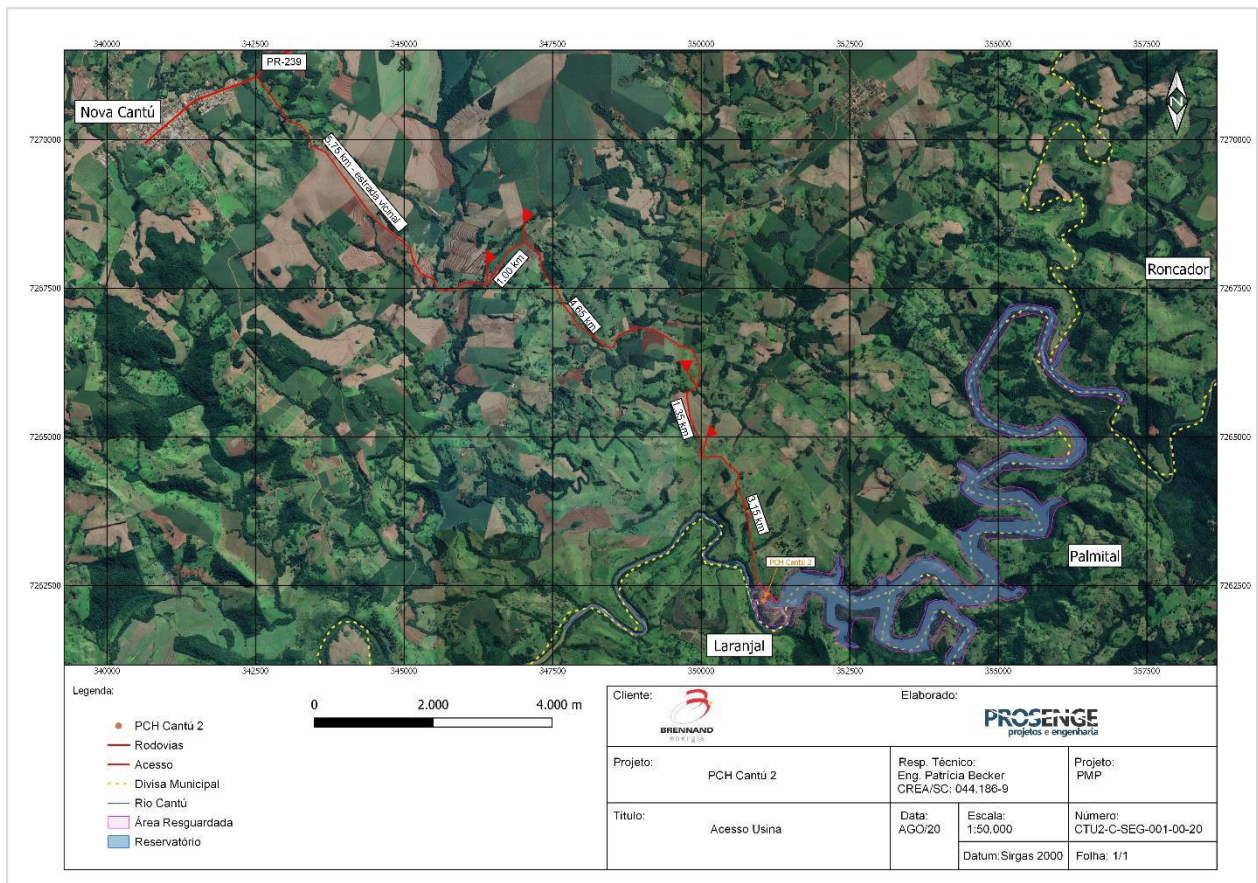


Figura 1 – Localização e acesso da Usina

2.1.1.1 Barragem

A PCH Cantú 2 possui a barragem tipo enrocamento com núcleo de argila em ambas às margens e apresenta a maior altura de 40,00 m.

Ambas possuem cota de proteção na El. 422,50 m e largura crista 5,00 m, com taludes de montante e de jusante em 1 V: 1,30 H no trecho de enrocamento. No encontro entre barragem de terra-enrocamento e o vertedouro foram concebidos dois muros de abraço em concreto tipo gravidade, um na direita e outro na esquerda hidráulica do vertedouro.

2.1.1.2 Vertedouro

O vertedouro situa-se no leito do rio, a superfície de escoamento na região da crista e no paramento imediatamente a jusante apresenta-se com perfil tipo USBR (perfil *creager*) com 82 m de comprimento, com paramento de montante vertical. O paramento de jusante possui escadas com inclinação 1 V: 0,75 H e calha em degraus. O vertedouro está projetado a vazão de 1.000 anos de recorrência ($Q_{1.000} = 2.531,60 \text{ m}^3/\text{s}$) atingindo NA Máx Max de 420,70 m. A soleira da ogiva encontra-se na EL. 415,00 m com o núcleo em concreto massa e em concreto convencional nas suas faces externas e junto à sua fundação em rocha sã.

2.1.1.3 Circuito Auxiliar

A Casa de Força auxiliar, instalada no bloco da Adufa de desvio, utiliza a vazão remanescente (sanitária) para a geração de energia. A estrutura acomoda uma unidade geradora do tipo Francis Vertical, com engolimento nominal unitária $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$ para 0,492 MW de potência.

A cota de proteção da casa de força encontra-se na El. 422,50 m, protegida para as vazões com recorrência de 1.000 anos.

2.1.1.4 Circuito Principal

O circuito hidráulico de adução e geração, localizado na margem direita, é composto de um canal de adução, tomada de água a montante do barramento e três condutos forçados chegando na casa de força onde estão as três turbinas Francis de 6,32 MW cada.

Este circuito será detalhado abaixo.

2.1.1.4.1 Canal de Adução e Diques

Ligando o reservatório até a tomada de água principal, o canal adutor estará posicionado na margem direita do rio com seção retangular escavado na rocha com 315,00 m de comprimento e seção variável de no mínimo 9,00 m de largura com proteção na lateral esquerda e parte da lateral direita em dique na elevação 422,50 m ao longo de todo o canal.

O dique de núcleo de argila com enrocamento, com crista variável de no mínimo de 6,00 m e taludes de montante com inclinação 1 V: 1,50 H e taludes de jusante variáveis de 1 V: 1,30 H até 1 V: 1,10 H ao longo de todo o comprimento de acordo com material de proteção.

2.1.1.4.2 Tomada de Água

A estrutura da Tomada de Água foi projetada na margem direita logo após o canal de adução. O bloco da estrutura é provido de três vãos livres com comportas vagão de 2,80 m x 2,80 m (l x h) e soleira na El. 406,00 m. É dotada em sua entrada de grade, com dimensões aproximadas de 3,10 x 8,40 m (l x h). A grade tem a função de reter detritos e/ ou objetos submersos, arrastados pelo rio Cantú, que possam danificar a turbina. A plataforma de trabalho está na El. 421,40 m com 6,10 m de largura.

2.1.1.4.3 Conduto Forçado

Logo após tomada de água ocorre transição para três condutos forçados com diâmetro de 2,65 m e comprimento total até a casa de força de 121,00 m.

2.1.1.4.4 Casa de Força e Canal de Fuga

A casa de força da PCH Cantú 2 é do tipo semi-abrigada, e foi projetada para acomodar três unidades geradoras com turbina do tipo Francis de eixo horizontal, com engolimento nominal unitária 17,38 m³/s. O corpo principal da casa de força tem 44,60 m de largura, 18,30 m de comprimento (com sucção) e altura de 25,10 m até o poço de drenagem.

A cota de proteção da casa de força, dimensionada para suportar uma cheia de 1.000 anos de recorrência, encontra-se na El. 386,00 m. O canal de fuga uma largura de 32,50 m.

O nível de água normal no canal de fuga está na El. 373,42 m e o nível de água máximo maximorum de projeto encontra-se na El. 383,80 m.

Abaixo está apresentado a ficha técnica da segurança da barragem e as fotos apresentam arranjo geral e estruturas civis da Usina.



FICHA TÉCNICA PCH CANTÚ 2



ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOIRO	
Tipo:	Soleira Livre
Comprimento (m):	82,00
Capacidade (m ³ /s):	2.531,60 TR = 1.000 anos
Elevação da Crista (m):	415,00
Fundação:	Basalto

ADUÇÃO	
Tipo:	Canal
Comprimento (m):	315,00
Largura (m):	9,00
Seção (m ²):	40,50
Fundação:	Basalto

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	
Nome:	PCH Cantú 2
Municípios:	Nova Cantú e Laranjal - PR
Proprietário:	Cantú Energética S/A.

DIQUES	
Tipo:	Terra e Enrocamento
Elevação crista (m)	422,50
Largura da crista (m)	11,30 a 6,00
Altura Máx (m):	17,50
Fundação:	Basalto

DATAS	
Conclusão Barramento:	02/11/2015
Início Operação:	10/12/2015
Manutenção Barragem:	-----

TOMADA DE ÁGUA		
Tipo:	Gravidade	
Comprimento (m):	13,40	
Comportas	Número:	3
	Altura (m):	2,80
	Largura (m):	2,80

BACIA HIDROGRÁFICA	
Curso d'Água:	Rio Cantú
Bacia (ANEEL):	Paraná- 6
Sub-Bacia (ANEEL):	Paraná, Parapanema, Amambai - 64

CONDUTOS FORÇADO	
Unidades:	3
Diâmetro (m):	2,65
Comprimento Total (m):	121,00

RESERVATÓRIO		
Área Drenagem - (km ²):	1657,00	
Área NA Normal - (km ²):	3,55	
Volume NA Normal (hm ³):	31,00	
Vazão Sanitária (m ³ /s):	1,84	
Vãzão Média - QMLT(m ³ /s):	49,61	
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	420,70
	Normal:	415,00
	Mínimo:	415,00

CASA DE FORÇA		
Tipo:	Semiabrigada	
Potência Instalada (MW)	19,81	
Energia Assegurada (MW)	10,80	
Unidades Geradoras:	3 Francis Horizontal 1 Francis Vertical	
Vazão Máxima (m ³ /s):	52,14	
Queda Bruta (m)	41,58	
Nível de água jusante (m):	Máx. Max.:	383,80
	Normal:	373,42
	Mínimo:	-

BARRAGEM	
Tipo:	Terra e Enrocamento
Comprimento (m):	270,00 - ME 15,00 - MD
Altura Máxima (m):	40,00 7,50
Largura Crista (m):	5,00
Elevação da Crista (m):	421,60 mureta 422,50
Borda Livre NA Máx Max (m)	1,80
Fundação:	Basalto

TURBINA		
Potência Nominal [MW]	6,321 (3 Unid.)	0,492 (1 Unid.)
Vazão Nominal [m ³ /s]	17,38	1,85
Rotação Nominal [rpm]	400	514,3

CASCATA	
Usina Montante:	PCH Cantú 3 - Inventário
Usina Jusante:	PCH Cantú 1 - Inventário

GERADOR		
Potência Nominal [kVA]	6.800	500
Rotação Nominal [rpm]	400	514,3
Fator de Potência	0,90	0,85



Figura 2 – Foto das estruturas civis da Montante – PCH Cantú 2

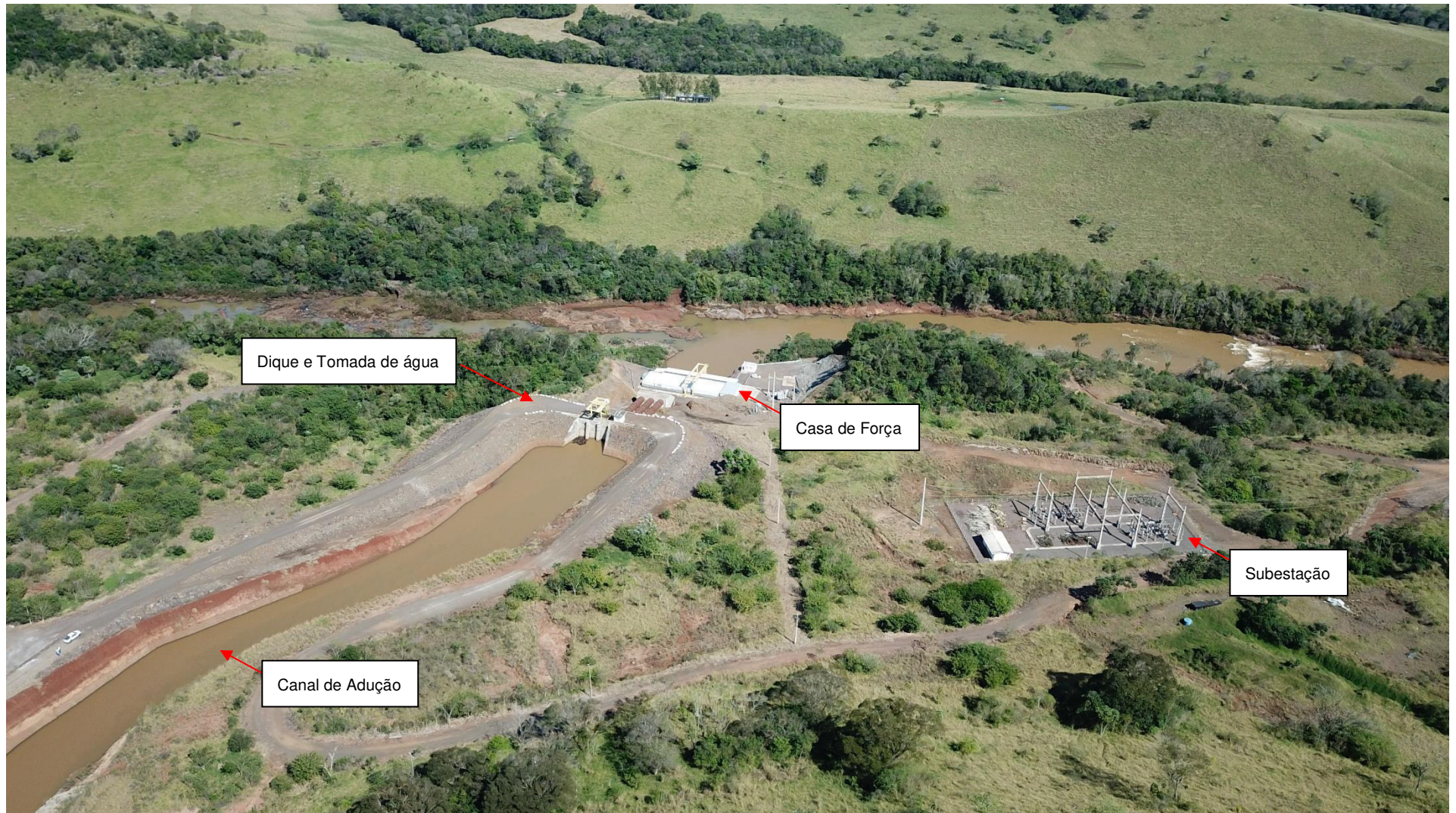


Figura 3 – Vista Geral Jusante – PCH Cantú 2

2.1.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

SPE

Nome do Empreendedor: CANTÚ ENERGÉTICA S/A.

PCH: Cantú 2

CNPJ: 04.502.574/0001-19

Endereço: Estr. Água da Abelha S/N - Nova Cantu/PR

Fone: (44) 3527-1343

Representantes Legais: Pedro Pontual Marletti e Ricardo Jeronimo Pereira Rego Junior

Fone: (81) 2137-7000

E-mail: pedro.pontual@brennandenergia.com.br e ricardo.rego@brennandenergia.com.br

Responsável Técnico da Segurança da Barragem: Eng. Civil Luiz Fernando Figueiredo do Prado

CREA: PE 047637

Telefone: (81) 2137-7013

E-mail: luiz.prado@brennandenergia.com.br

2.2 Identificação do Responsável Técnico pela Revisão Periódica

2.2.1 Empresa Executora

PROSENGE Projetos e Engenharia Ltda – ME – CNPJ 21.082.963/0001-51

www.prosenge.com

Endereço Escritório: Rua Lauro Linhares 2123 sala 204 Bloco B – Trindade Shopping
Florianópolis – SC – Cep: 88036-003

Telefone (48) 3206-8509 ou (49) 999124-0254

E-mail: henrique@prosenge.com

2.2.2 Responsável Técnico

Engenheiro Civil: Henrique Yabrudi Vieira

CREA PR 61.964/D

ART 7521647-4

2.3 Período de realização do trabalho

A realização dos trabalhos foi de 10 de julho de 2020 a 19 de novembro de 2020.

2.4 Listagem dos estudos realizados

A revisão periódica contemplou os seguintes estudos:

- I - Coleta e avaliação das informações da barragem e estruturas associadas;
- II - Inspeção de campo com equipe multidisciplinar;
- III - Revisão dos critérios de projeto;
- IV - Revisão dos procedimentos de inspeção, operação e manutenção
- V - Revisão dos procedimentos, equipamentos e registros de instrumentação e monitoramento;
- VI - Plano de ação de emergência (PAE);
- VII - Matriz de Risco e Classificação da Barragem conforme artigo terceiro da resolução 696/2015.

2.5 Conclusões

A Revisão periódica da Barragem permitiu atualização da série hidrológica, verificação das condições geológicas/geotécnicas e estruturais das estruturas que compõem o empreendimento. Com base nos estudos desenvolvidos pode-se afirmar que a PCH CANTÚ 2 apresenta-se em **CONDIÇÕES NORMAIS DE SEGURANÇA**: Barragem, Vertedouro, Casa de Força Auxiliar, Canal de Adução, Diques, Tomada de água, Casa de Força e Canal de Fuga em consonância

com a LEI nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e Resolução Normativa vigente 696/2015 da ANEEL.

2.6 Recomendações

De acordo com relatório de inspeção - CUT2-BA-ISR-0001-00, e a revisão periódica de segurança, segue abaixo um resumo das recomendações para manutenção e conservação das estruturas vistoriadas.

Conforme as recomendações da Resolução 696 de 15/12/2015 da ANEEL ao diagnóstico dos níveis de segurança das estruturas deve ser classificado da seguinte maneira:

- a) **1 - Normal**: quando não houver anomalias ou as que existirem não comprometerem a segurança da estrutura, mas que devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
- b) **2 - Atenção**: quando as anomalias não comprometerem a segurança da estrutura no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo;
- c) **3- Alerta**: quando as anomalias representem risco à segurança da estrutura, exigindo providências para manutenção das condições de segurança; e
- d) **4 - Emergência**: quando as anomalias representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.

Segue abaixo um resumo das recomendações para manutenção e conservação das estruturas vistoriadas.

Quadro 1 – Resumo das recomendações e grau de prioridade – 2020

Local	Descrição	Recomendação	NS	GP
Instrumentação	Frequência de leituras recomendada	Conforme ISR 2020	2	A
	Barragem Margem Esquerda, percolação jusante	Instalar Medidor de vazão	2	A
	Barragem Margem Esquerda, percolação jusante	Instalar dois NAs na jusante da Barragem Margem Esquerda (Anexo IV)	2	M
	Barragem Margem Esquerda, percolação jusante	Monitoramento de influência do nível freático da encosta no regime de percolação.	2	B
	Dique Direito Tomada de Água	Instalar medidor de vazão na jusante do Dique.	2	A
	Barragens – Marcos Superficiais	Melhorar identificação dos Marcos superficiais	2	A
	Barragem ME - Jusante	Implantar 4 faixas de monitoramento talude de jusante	2	M
	Leituras faixas do talude de jusante	Realizar leituras a cada 2 anos de monitoramento das faixas	2	B
Sítio Circunvizinho	Dificuldade visualização boias sinalizadoras	Recuperar boias e melhorar visualização com cor amarela	2	M

Local	Descrição	Recomendação	NS	GP
Barragem Margem Direita	Erosão no pé do muro de concreto	Conter erosão para não danificar muro	2	B
Barragem Margem Esquerda	Ravinamentos	Implementação de meio-fio e associado a dissipadores de energia no talude de jusante.	2	M
	Ocorrência de processo de decomposição acelerada de blocos de basalto	Monitoramento qualitativo	2	M
Vertedouro	Infiltração paramento de jusante	Acompanhar evolução das infiltrações	1	R
	Erosão e armadura exposta – degraus e defletor	Recuperar IT-6	2	B
Canal de restituição	Instabilidade do talude marginal direito junto ao vertedouro	Contenção do talude	2	M
	Potencial de processo de erosão marginal da margem direita decorrente de quedas de blocos.	Monitoramento e contingenciamento de recurso para contenção futura.	1	B
Casa de Força Auxiliar	Mangueira patamar escada	Identificar melhor para evitar acidentes	2	A
	Infiltrações parede de montante	Monitorar a evolução das infiltrações	1	R
Canal de Adução/Dique	Ravinamentos	Implementação de drenagem superficial e/ou revestimento de proteção.	2	M
	Desplacamento Concreto Projetado canal de adução	Inspeção e reparo	2	M
Conduto Forçado	Erosão no pé do bloco concreto	Revestimento de proteção superficial com concreto e armação com tela metálica	2	M
Casa de Força Principal	Infiltrações paredes e piso de concreto	Monitorar a evolução das infiltrações	1	R
Canal de Fuga	Erosão talude lateral esquerda	Monitorar a evolução	1	R

NS - Nível de Segurança: 4 – Emergência, 3 – Alerta, 2 – Atenção e 1 – Normal

GP – Grau de Prioridade: A – Alto, M – Médio, B – Baixo e R – Rotineiro

2.7 Plano de ação de melhorias e cronograma de implantação das ações indicadas no trabalho

As recomendações destacadas no Quadro 1 acima deverão seguir o grau de prioridade de execução:

- **A – Alto** – Recomendações relacionadas a aspectos que comprometem em curto prazo a estabilidade das estruturas → Manutenção/Reparo imediato em até 6 meses;
- **M – Médio** – Recomendações relacionadas a aspectos que não comprometem em curto prazo a estabilidade das estruturas, entretanto a evolução pode vir a comprometer → Manutenção/Reparo em até 1 ano;

- **B – Baixo** – Recomendações relacionadas a aspectos que comprometem a médio prazo a estabilidade das estruturas → Manutenção/Reparo até 2 anos;
- **R – Rotineiro** – Recomendações relacionadas a manutenções e acompanhamentos periódicos e rotineiros importantes para o monitoramento das estruturas → Periódico/Rotineiro.

3 REVISÃO DOS CRITÉRIOS DE PROJETO

A reavaliação dos critérios de projeto e dos dados utilizados na época de projeto, foi realizada de acordo com preconizado no Manual ANA - Volume-III-Guia-de-Revisão-Periódica-de-Segurança-de-Barragem, conforme a detalhado abaixo.

3.1 Estudos hidrológicos/hidráulicos

3.1.1 Características gerais da bacia hidrográfica

O rio Cantu é afluente pela margem direita do rio Piquiri (Sub bacia 64), que é integrante da bacia do rio Paraná (Bacia 6) como indicado na Figura 4 abaixo. A bacia hidrográfica do rio Cantu possui uma área de drenagem na sua foz de 2.868 km².

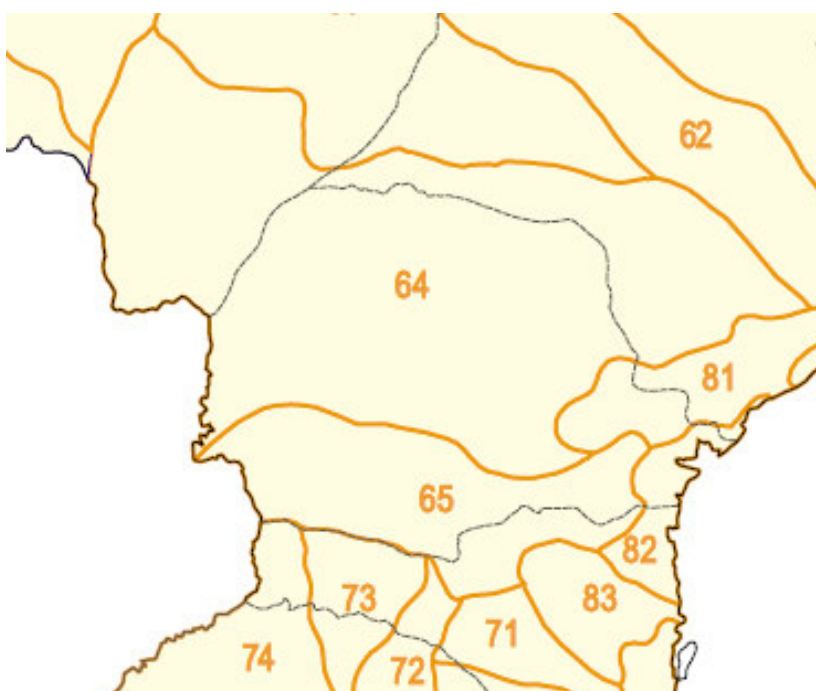


Figura 4 – Sub Bacias no Estado do Paraná

O rio Cantu nasce ao norte da Serra da Pitanga próximo a elevação 1.190 m, no município de Santa Maria do Oeste, escoando em direção norte nos primeiros quilômetros passando a oeste com uma extensão total de 226 km e um desnível de 885 m até a sua foz, no rio Piquiri.

O rio se encontra em sua totalidade na região oeste do estado do Paraná. A bacia hidrográfica se apresenta com a forma alongada na direção leste oeste, com o trecho inicial na direção norte e encontra-se localizada entre as coordenadas 51° 30' a 53° 00' de longitude oeste e 24° 30' a 25° 00' de latitude sul.

Na Figura 5 está representada a bacia hidrográfica do rio Cantu e a localização da PCH Cantú 2 que está implantada no seu trecho médio onde a área da bacia hidrográfica é de 1.657 km². Na mesma figura está destacado o rio Piquiri, o rio Cantu e os municípios no entorno da bacia hidrográfica.



Figura 5 – Localização PCH Cantú 2 e Rio Cantu

3.1.1.1 Características Climáticas da Bacia

O clima do estado do Paraná pode ser classificado por Köppen segundo duas zonas climáticas principais: Cfa e Cfb, conforme indicado na Figura 6 abaixo do IAPAR.

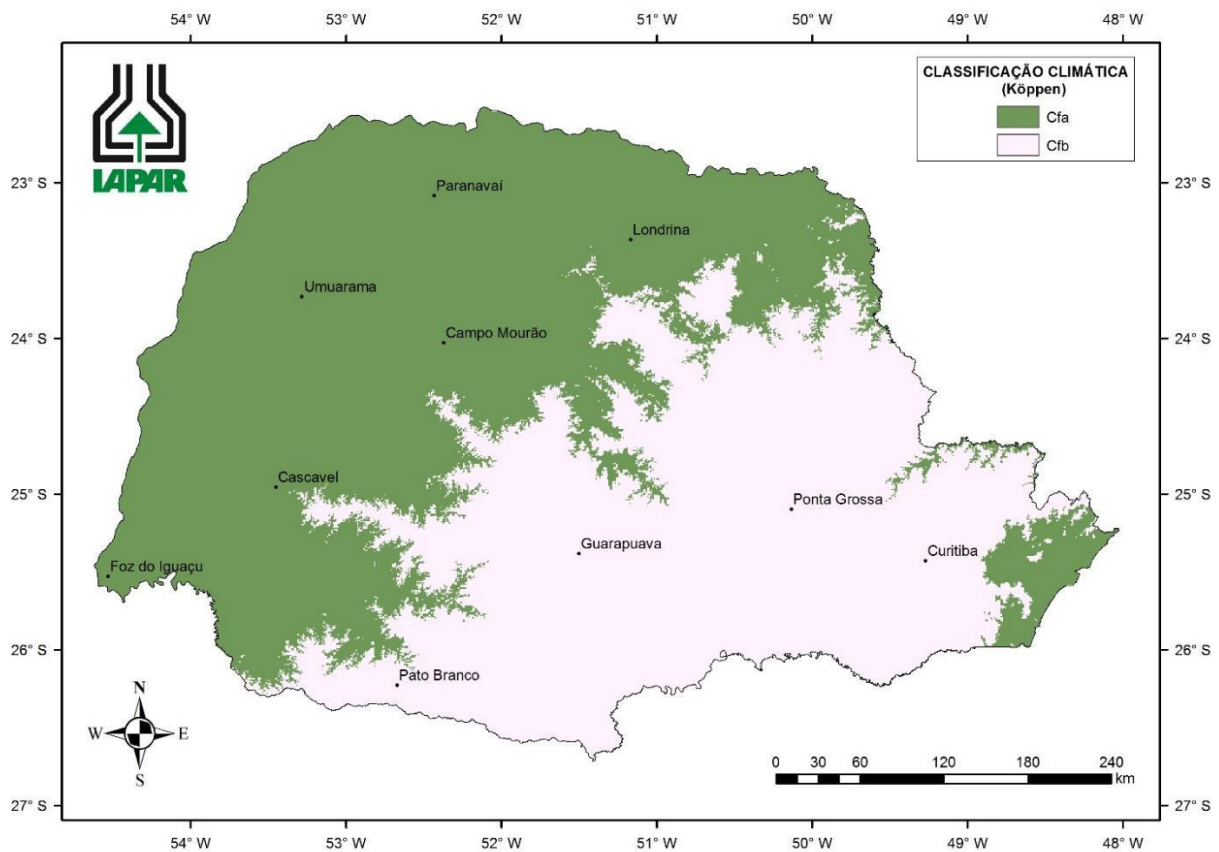


Figura 6 – Mapa Climático do Paraná

IDR-Paraná – Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR – EMATER

Na região de implantação da PCH Cantú 2 a zona climática preponderante refere-se à classificação Cfa de Köppen, caracterizada pelo clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

O anticiclone do Atlântico Sul constitui por sua vez uma massa de ar tropical marítima, que com sua subsidência inferior e conseqüente inversão de temperatura, mantém a estabilidade do tempo e a umidade limitada à camada superficial.

Em resumo, ocorre, na bacia, uma predominância de tempo bom com dias ensolarados, interrompidos por seqüências de dias chuvosos decorrentes da frente polar, especialmente no inverno e início da primavera, e por dias de chuvas intensas, mas de curta duração, decorrentes das linhas de instabilidade tropical, especialmente no verão e final da primavera.

3.1.1.2 Normais Climatológicas

Os normais climatológicos da região onde se encontra a PCH Cantú 2 foram obtidos através da pesquisa dos dados da Estação Nova Cantú. Os dados foram obtidos no Atlas Climático da Região Sul do Brasil, elaborado pela Embrapa em segunda edição de 2012.

A estação Nova Cantú possui código 2452050 sendo operada pelo IAPAR com dados desde 1972. Na Figura 7 abaixo está indicada a localização da estação.

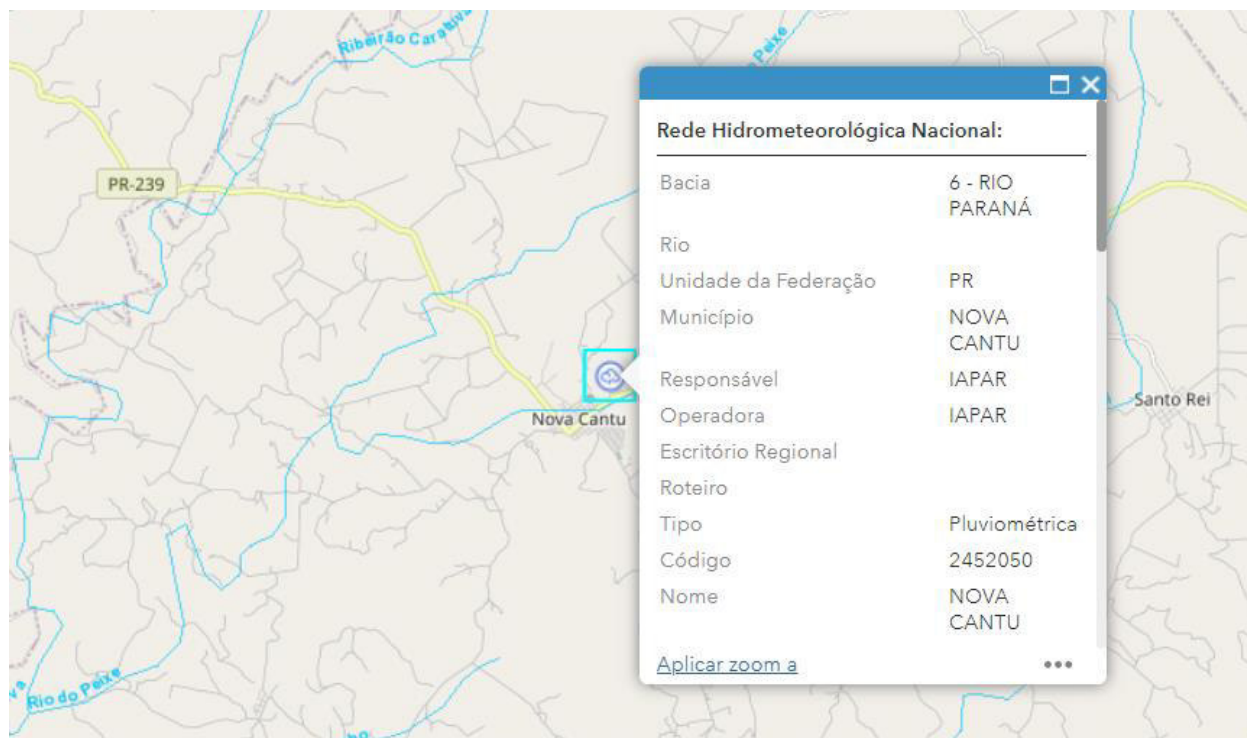


Figura 7 – Localização das Estações Climatológicas Utilizadas

Com base nos dados da estação Nova Cantu os normais climatológicos estão indicados abaixo.

- Temperatura

Os dados obtidos para as médias mensais de temperatura na estação Nova Cantu indicam que na região da bacia do Rio Cantu ocorre temperatura média anual amena ao longo do ano. Em alguns dias de inverno ocorrem temperaturas muito próximas de 0°C com certa frequência sendo que de maneira oposta no verão há registros de altas temperaturas com máximas diárias frequentemente acima dos 35°C como pode ser observado na Tabela 1 e no Gráfico 1 abaixo, onde estão indicados os valores de temperatura média mensal, máxima média diária mensal e mínima média diária mensal para a região da PCH Cantú 2, com os dados obtidos na revisão periódica de segurança (RPS).

Tabela 1 – Dados de Temperatura Média, Máxima Média Diária Mensal e Mínima Média Diária Mensal

Temperatura Média (°C)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
Nova Cantu	24,80	24,10	23,60	22,30	15,70	16,10	16,50	18,20	23,30	21,10	22,30	23,50	20,96

Temperatura Máxima Média Diária (°C)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
Nova Cantu	35,60	36,10	35,20	33,70	31,50	29,40	30,10	32,20	35,70	35,20	35,80	36,40	36,40

Temperatura Mínima Média Diária (°C)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Mínimo
Nova Cantu	16,50	16,10	14,30	9,50	5,80	2,50	2,60	4,40	6,70	10,70	12,40	14,90	2,50

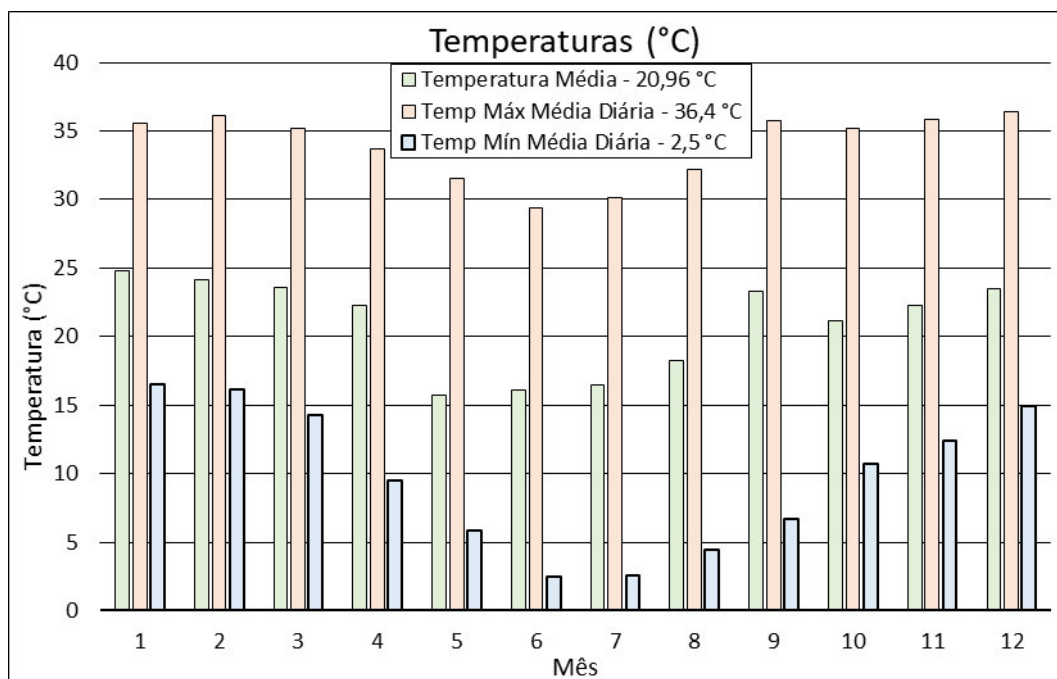


Gráfico 1 – Dados de Temperatura Média, Máxima Média Diária Mensal e Mínima Média Diária Mensal

- Insolação, Evapotranspiração e Umidade Relativa do Ar

Esses três índices estão diretamente ligados a época do ano e a respectiva temperatura. A Insolação é maior nos meses de verão onde a posição do sol resulta em maior temperatura e intensidade de luminosidade que aumenta a evapotranspiração com reflexo na redução da umidade relativa sendo valido o inverso, menos sol, mais frio, menos luz resulta em menos

evaporação ficando a água da chuva mais tempo na superfície aumentando a umidade relativa, como pode-se analisar pelos dados da Tabela 2 e Gráfico 2 abaixo. As maiores diferenças nos dados de evapotranspiração se devem aos métodos utilizados para determinar o valor. No projeto Básico foi utilizado método indireto, porém não foi informada a metodologia para a definição dos valores.

Tabela 2 – Dados de Insolação, Evapotranspiração e Umidade Relativa do Ar

Insolação (hs)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total Anual
Nova Cantu	173	161	166	164	152	140	155	166	151	158	168	167	1.921,00

Evapotranspiração Piche (mm)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total Anual
Nova Cantu	134	109	109	87	37	38	42	56	100	75	100	120	1.007,00

Umidade Relativa do Ar (hs)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
Nova Cantu	74	77	75	74	75	75	70	64	64	67	68	71	71,17

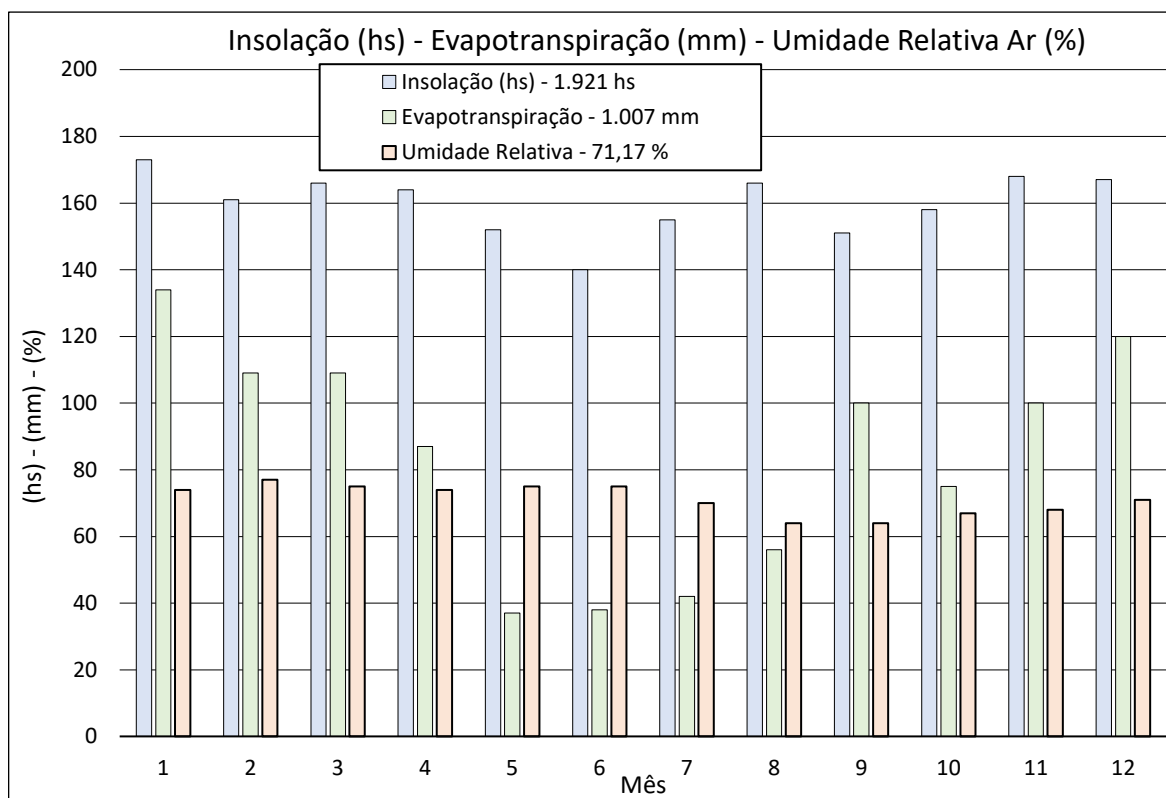


Gráfico 2 – Dados de Insolação, Evapotranspiração e Umidade Relativa

- Precipitação Média Mensal

Os dados obtidos na estação Nova Cantu, indicados na Tabela 3 e no Gráfico 3, com precipitação média anual de 1.952,70 mm de chuva possui valor conforme esperado pelo mapa de precipitação média anual do IAPAR, indicado na Figura 8 abaixo.

Os dados mensais indicam uma boa distribuição de chuvas ao longo do ano. Apenas as mínimas de julho e agosto indicam uma tendência de menores precipitações nesses meses.

Tabela 3 – Dados de Precipitação Média Mensal

Precipitação Média Mensal (mm)													
Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média Anual
Nova Cantu	207,80	175,50	152,60	171,50	189,00	141,00	97,40	87,90	151,90	196,80	168,00	213,30	1.952,70

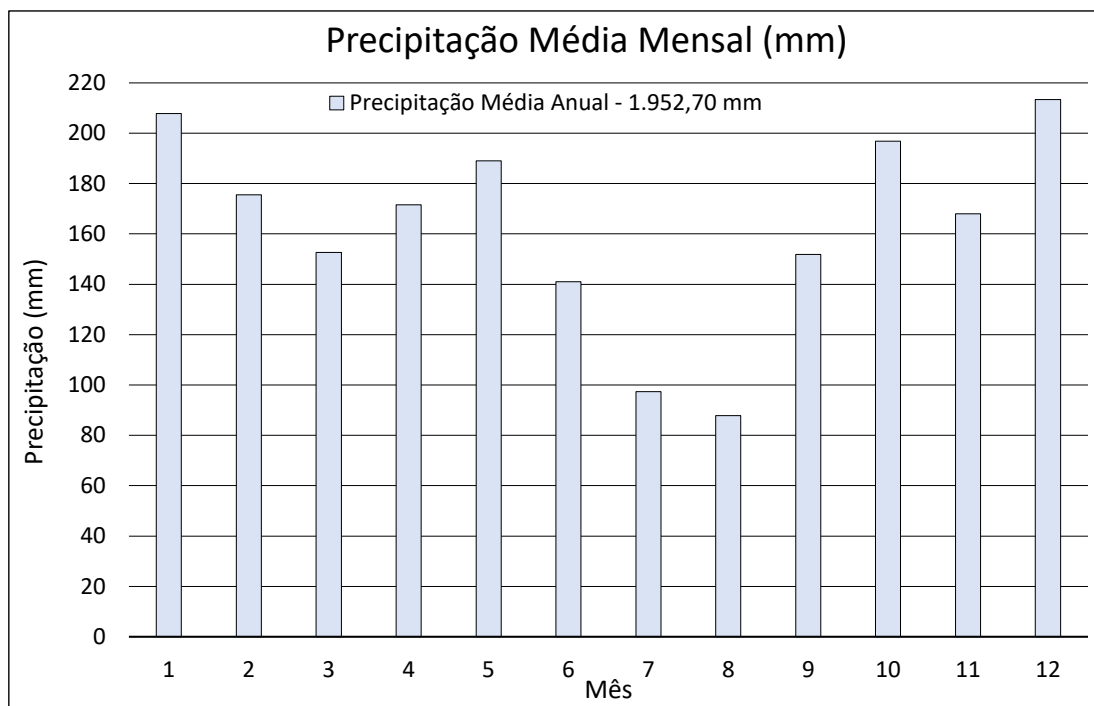


Gráfico 3 – Dados de Precipitação Média Mensal Projeto Básico / RPS

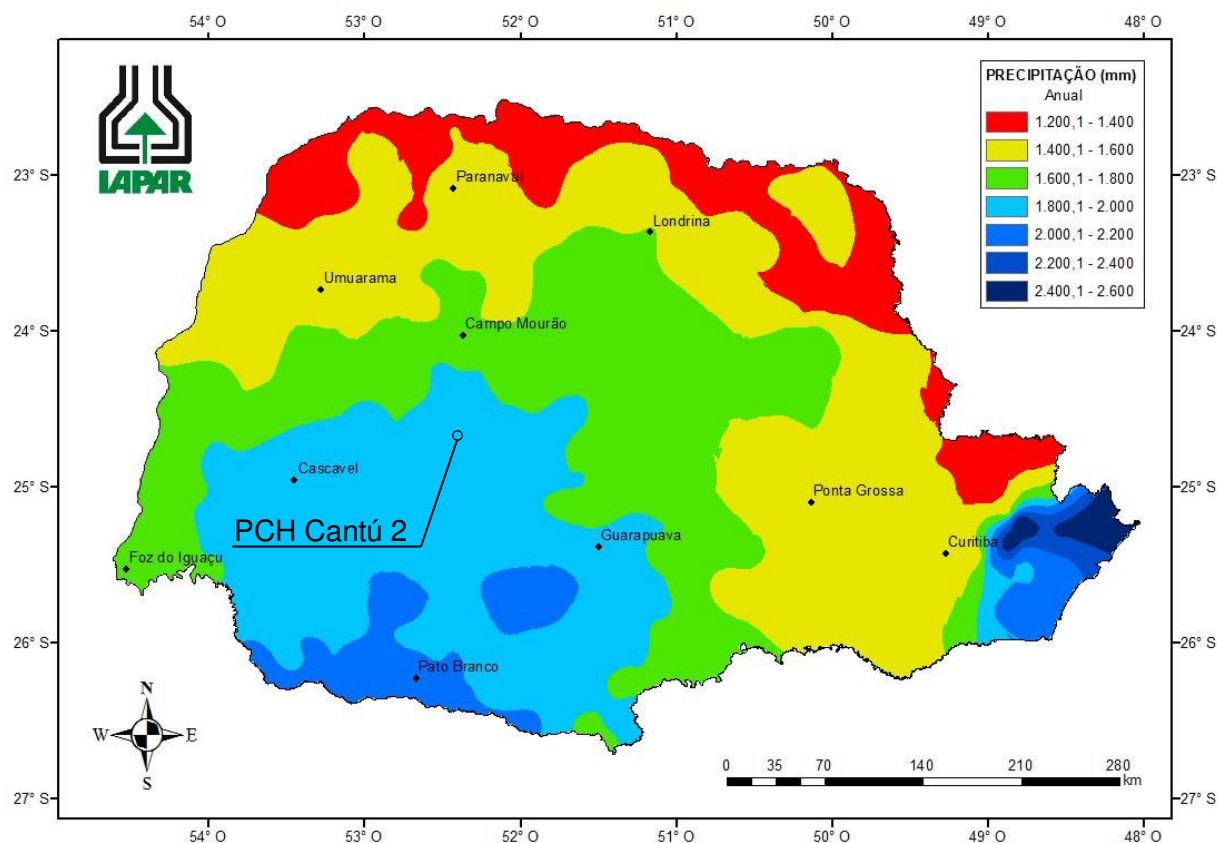


Figura 8 – Precipitação Média Anual no estado do Paraná

3.1.2 Estudos de Hidrologia e Regionalização

3.1.2.1 Introdução

Na bacia do Rio Cantu ocorre a presença de duas estações fluviométricas implantadas sendo a primeira a estação Ponte Leôncio Primo (64773000) com área de drenagem de 757 km², dados de agosto de 1978 até dezembro de 2019 com vazão média de 27,67 m³/s. A segunda estação é a Balsa do Cantu (64775000) com área de drenagem de 2.520 km², dados de julho de 1967 até dezembro de 2019 com vazão média de 70,49 m³/s.

O estudo de regionalização consiste em analisar os dados de vazão média mensal ao longo do maior período disponível para cada estação fluviométrica selecionada comparando-os com a área de drenagem e dispondo os dados em um gráfico vazão x área de drenagem onde pela obtenção da equação de tendência é possível definir a vazão média mensal de longo período para o local de interesse. Os dados das estações estão indicados na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Estações Fluviométricos Utilizados

Estação Fluviométrica	Rio	Código Estação	Área Bacia (km ²)	Vazão Esp. (l/s/km ²)	Vazão (m ³ /s)
Ponte Leôncio Primo	Cantu	64773000	757	34,05	25,778
Balsa do Cantu	Cantu	64775000	2520	27,96	70,460

A Figura 9 abaixo apresenta a imagem de satélite obtida no programa Google Earth com a localização das estações fluviométricas utilizadas e o local da PCH Cantú 2.



Figura 9 – Estações Fluviométricas utilizadas nos estudos – Fonte da imagem Google Earth

Porém para a utilização dos valores de vazão média de longo período de cada estação fluviométrica é importante que o período de dados de vazão seja o mesmo para cada local. A simples utilização dos dados obtidos a partir do site da ANA para as diferentes estações podem induzir a um erro na definição da equação de regionalização pois o período de vazão disponível não está semelhante. Assim antes de utilizar os dados para obter a equação de regionalização é importante preencher falhas e estender a série de vazões de cada estação utilizada para um período semelhante e com o maior número de valores possível.

3.1.2.2 Preenchimento de Falhas e Extensão da Série de Vazões Disponíveis

Para o preenchimento de falhas e extensão dos dados de vazão nos dois postos fluviométricos utilizados no estudo foram utilizadas as correlações de vazão entre as estações estudadas resultando em duas equações de correlação. A série de dados foi estendida para o preenchimento integral de dados entre a data mais antiga de vazão disponível, no caso a leitura de julho de 1967 na estação Balsa do Cantu, até a data mais recente disponível, nesse caso a leitura de dezembro de 2019 nas duas estações. O processo de correlação consiste nos seguintes passos:

- 1 – Obter as vazões médias mensais para o período de dados disponível. A partir desses dados calcular a vazão específica para cada valor de vazão média mensal. Esse processo consiste em dividir as vazões médias mensais pela área da bacia hidrográfica, resultando em valores de vazão em litros por segundo por quilometro quadrado (l/s/km²);
- 2 – Montar planilha com os dados de vazão específica para todas as estações sempre usando o mesmo período de dados de maneira que a vazão de um mesmo mês/ano fique sempre na mesma linha para todos os locais;
- 3 – Realizar a correlação de vazões entre as estações montando o gráfico onde x é a vazão específica de um local e y a vazão específica do outro local de interesse. Se obtêm assim uma nuvem de dados no gráfico onde os pontos são relativos a data em que ambas as estações possuem valor de vazão específica. Dessa nuvem é obtida a linha de tendência e a equação linear de tendência (sempre passando pelo zero) que expressa a correlação de vazão específica entre as estações, de onde então é possível obter o valor da vazão específica quando apenas uma das estações possuem o valor registrado. É importante ressaltar que o valor do coeficiente de correlação (R^2) é de vital importância para definir quais estações possuem comportamento mais homogêneo aumentando a confiança nos valores obtidos. O valor de R^2 igual a 1 significa 100% de semelhança, representada por uma reta com 45 graus de inclinação e relação de 1:1, assim quanto mais próximo de $R^2=1$ melhor a correlação e mais fiel o valor;
- 4 – Realizar o preenchimento das falhas com base nas equações de correlação obtidas procurando sempre priorizar as equações com melhor coeficiente de correlação, ou seja, priorizando o uso das equações com valor de R^2 mais próximo a 1, obtendo assim os valores de vazão média mensal específica para cada mês do período estudado em todas as estações;

5 – Multiplicar os valores obtidos de vazão específica pela área de drenagem da estação relacionada resultando na vazão média mensal em cada mês do período hidrológico estudado. O cálculo da vazão média de todos os meses disponíveis resulta na vazão média de longo período em metros cúbicos por segundo (m^3/s) para a estação fluviométrica estudada ao longo de todo o período estendido.

O resultado do processo correlação para o preenchimento de falhas e extensão da série de dados possibilitou a obtenção das séries históricas de vazões médias mensais para todas as estações estudadas compreendendo o período de julho de 1967 até dezembro de 2019, um total de mais de 52 anos. Com base nos dados obtidos pode-se concluir que:

- O total de período em que pelo menos uma estação possui registro vazão disponível compreende um total de 630 meses;
- Como são 2 estações fluviométricas em estudo, caso todas as estações tivessem os dados completos seriam ao todo 1.260 dados de vazão média mensal. Com a ocorrência das falhas de leitura o total de dados disponível é de 1.119 leituras o que corresponde a 88,81% do total.

Na Tabela 5 está indicada a legenda dos postos utilizados nas equações de correlação. As equações e os gráficos de correlação entre as estações permitirão o preenchimento de falhas e extensão dos dados para o período de 630 meses.

Tabela 5 – Legenda dos postos fluviométricos utilizados nas equações de correlação

Posto	Código Vazão
Balsa do Cantu	qbc
Pte Leôncio Primo	qlp

As equações de correlação foram obtidas através dos gráficos de correlação de vazão específica para o par de estações fluviométricas. A utilização das 2 estações fluviométricas possibilita a obtenção duas equações de correlação de vazões. Abaixo estão indicados as equações e os respectivos gráficos conforme o valor decrescente de R^2 . Também está indicado na tabela o valor de R que representa a porcentagem de amostra com comportamento semelhante ao indicado na equação de ajuste, ou seja, para um valor de $R=0,8$ significa que 80% dos dados podem ser representados pela equação apresentada. Na sequência são apresentados os gráficos e equações das 2 correlações utilizadas.

	equação	R ²
Balsa do Cantu x Ponte Leôncio Primo	$qbc=0,7357.qlp$	0,9318

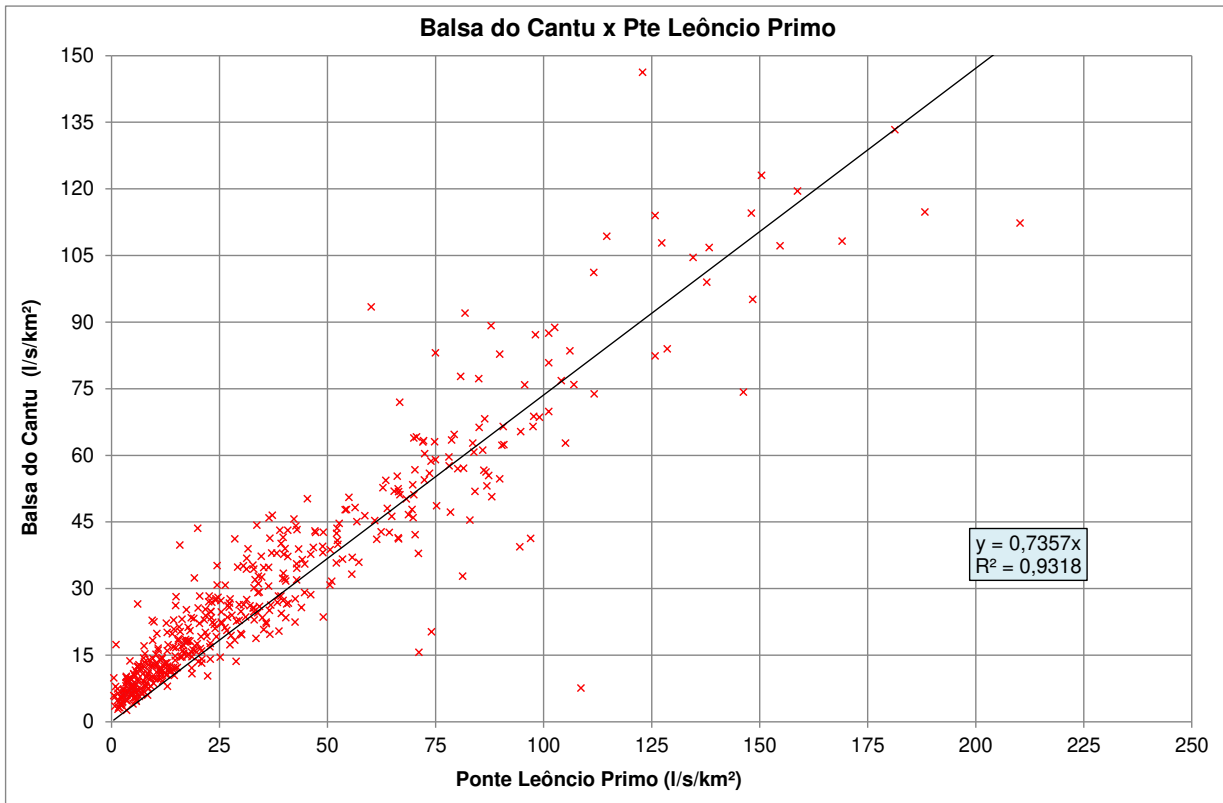


Gráfico 4 – Equação e Gráfico de Correlação Balsa do Cantu e Ponte do Leôncio Primo

	equação	R ²
Ponte Leôncio Primo x Balsa do Cantu	$qlp=1,2665.qbc$	0,9318

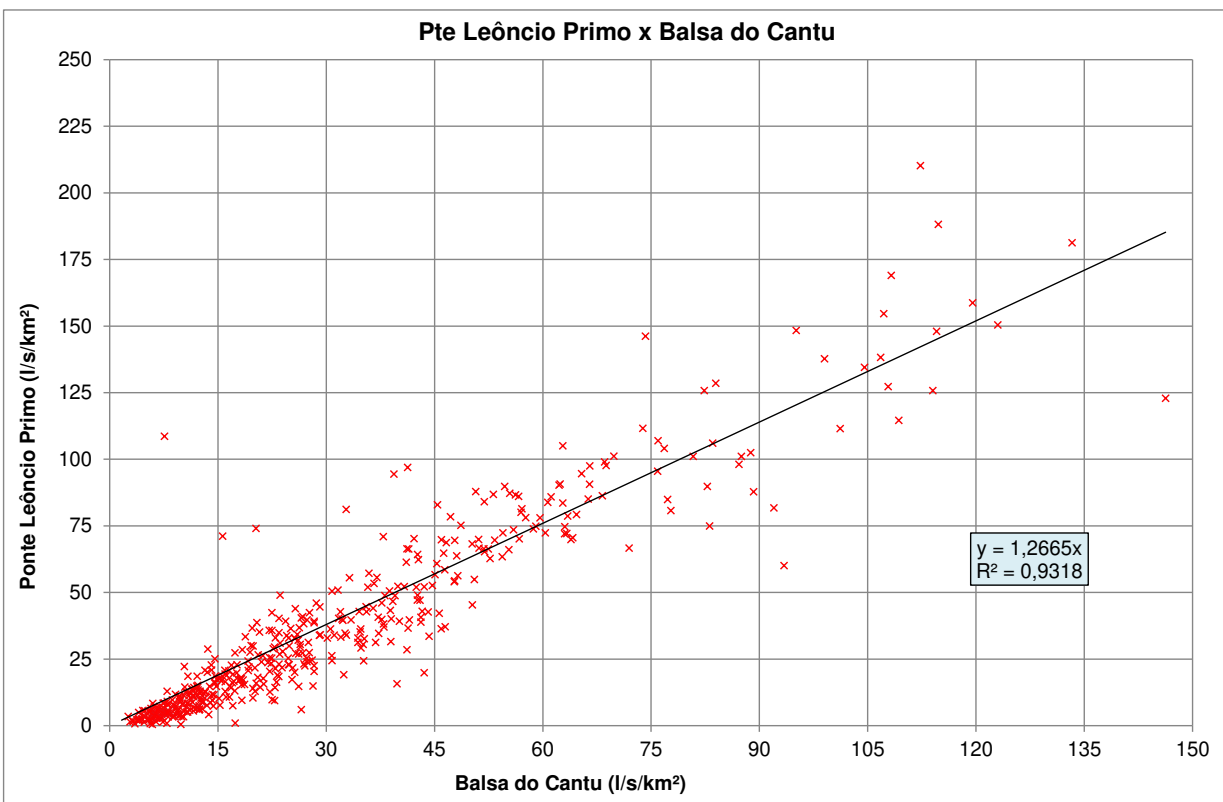


Gráfico 5 – Equação e Gráfico de Correlação Ponte Leôncio Primo e Balsa do Cantu

A Tabela 6 apresenta as equações de correlação utilizadas para a obtenção das vazões da série de dados completa com o preenchimento das falhas a partir das correlações.

Tabela 6 – Equações de Correlação Utilizadas

	equação	R ²
Balsa do Cantu x Ponte Leôncio Primo	$q_{bc}=0,7357.q_{lp}$	0,9318
Ponte Leôncio Primo x Balsa do Cantu	$q_{lp}=1,2665.q_{bc}$	0,9318

Os resultados estão na Tabela 7 abaixo onde as células sem cores são os valores obtidos diretamente no site da ANA. As células coloridas possuem a cor conforme a equação de correlação utilizada onde a cor da correlação indicada na Tabela 6 é a mesma nas células onde foi aplicada na Tabela 7.

Tabela 7 – Vazões Médias Mensais nas Estações em estudo – Série Estendida

Registro	Mês	Data	Vazão (m ² /s)		Registro	Mês	Data	Vazão (m ² /s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu				Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
1	7	jul-67	9,04	23,76	316	10	out-93	77,64	223,77
2	8	ago-67	7,40	19,45	317	11	nov-93	9,91	43,70
3	9	set-67	10,92	28,69	318	12	dez-93	26,66	87,46
4	10	out-67	10,55	27,73	319	1	jan-94	12,98	46,63
5	11	nov-67	5,34	14,03	320	2	fev-94	68,72	157,24
6	12	dez-67	13,24	34,79	321	3	mar-94	13,43	53,60
7	1	jan-68	29,44	77,39	322	4	abr-94	16,24	57,84
8	2	fev-68	7,76	20,40	323	5	mai-94	36,98	99,58
9	3	mar-68	3,90	10,26	324	6	jun-94	65,36	171,98
10	4	abr-68	6,62	17,40	325	7	jul-94	55,69	140,95
11	5	mai-68	8,79	23,10	326	8	ago-94	7,79	38,23
12	6	jun-68	5,24	13,77	327	9	set-94	2,52	20,44
13	7	jul-68	2,65	6,96	328	10	out-94	9,56	26,63
14	8	ago-68	6,62	17,40	329	11	nov-94	18,15	53,01
15	9	set-68	2,52	6,63	330	12	dez-94	16,84	26,05
16	10	out-68	35,08	92,22	331	1	jan-95	112,09	288,63
17	11	nov-68	13,30	34,96	332	2	fev-95	10,92	52,54
18	12	dez-68	9,71	25,52	333	3	mar-95	11,15	34,85
19	1	jan-69	25,84	67,93	334	4	abr-95	32,43	89,64
20	2	fev-69	7,90	20,77	335	5	mai-95	5,46	27,09
21	3	mar-69	5,66	14,88	336	6	jun-95	9,75	26,79
22	4	abr-69	6,75	17,74	337	7	jul-95	29,25	71,35
23	5	mai-69	12,46	32,75	338	8	ago-95	3,65	18,97
24	6	jun-69	45,03	118,35	339	9	set-95	20,93	49,00
25	7	jul-69	13,31	34,99	340	10	out-95	65,03	154,11
26	8	ago-69	4,99	13,13	341	11	nov-95	9,61	55,95
27	9	set-69	14,76	38,79	342	12	dez-95	4,19	29,21
28	10	out-69	46,33	121,77	343	1	jan-96	68,39	156,88
29	11	nov-69	19,18	50,42	344	2	fev-96	34,33	126,64
30	12	dez-69	7,82	20,55	345	3	mar-96	32,31	111,19
31	1	jan-70	9,80	25,77	346	4	abr-96	11,21	65,99
32	2	fev-70	7,04	18,51	347	5	mai-96	4,67	31,22
33	3	mar-70	6,76	17,76	348	6	jun-96	4,56	31,14
34	4	abr-70	4,99	13,11	349	7	jul-96	4,61	31,36
35	5	mai-70	6,85	18,02	350	8	ago-96	5,49	17,45
36	6	jun-70	18,81	49,44	351	9	set-96	11,25	30,43
37	7	jul-70	30,67	80,60	352	10	out-96	46,11	114,16

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
38	8	ago-70	5,33	14,02
39	9	set-70	10,89	28,61
40	10	out-70	23,88	62,76
41	11	nov-70	6,70	17,62
42	12	dez-70	58,37	153,41
43	1	jan-71	89,15	234,33
44	2	fev-71	21,86	57,45
45	3	mar-71	25,18	66,19
46	4	abr-71	17,66	46,42
47	5	mai-71	44,16	116,06
48	6	jun-71	56,38	148,20
49	7	jul-71	57,82	151,97
50	8	ago-71	11,33	29,78
51	9	set-71	21,29	55,96
52	10	out-71	25,72	67,60
53	11	nov-71	5,53	14,54
54	12	dez-71	14,20	37,33
55	1	jan-72	12,92	33,96
56	2	fev-72	36,67	96,38
57	3	mar-72	13,28	34,92
58	4	abr-72	13,58	35,71
59	5	mai-72	3,85	10,13
60	6	jun-72	4,78	12,55
61	7	jul-72	33,62	88,38
62	8	ago-72	36,27	95,33
63	9	set-72	56,87	149,49
64	10	out-72	55,83	146,74
65	11	nov-72	15,40	40,47
66	12	dez-72	11,33	29,79
67	1	jan-73	64,74	170,17
68	2	fev-73	24,46	64,29
69	3	mar-73	18,33	48,18
70	4	abr-73	6,28	16,51
71	5	mai-73	7,68	20,20
72	6	jun-73	19,95	52,43
73	7	jul-73	20,37	53,54
74	8	ago-73	22,76	59,82
75	9	set-73	16,84	44,27
76	10	out-73	30,28	79,60
77	11	nov-73	9,27	24,38
78	12	dez-73	6,12	16,08
79	1	jan-74	24,78	65,13
80	2	fev-74	29,29	76,99
81	3	mar-74	13,27	34,87
82	4	abr-74	5,87	15,44
83	5	mai-74	4,75	12,49
84	6	jun-74	10,82	28,44
85	7	jul-74	4,92	12,94
86	8	ago-74	19,44	51,11
87	9	set-74	14,39	37,83
88	10	out-74	18,72	49,21
89	11	nov-74	16,52	43,43
90	12	dez-74	18,77	49,34
91	1	jan-75	26,26	69,02
92	2	fev-75	33,54	88,16

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
353	11	nov-96	39,50	109,77
354	12	dez-96	53,43	161,62
355	1	jan-97	52,65	120,42
356	2	fev-97	80,29	210,48
357	3	mar-97	7,21	46,17
358	4	abr-97	4,33	11,61
359	5	mai-97	6,40	27,42
360	6	jun-97	54,66	159,53
361	7	jul-97	31,97	115,02
362	8	ago-97	19,22	62,34
363	9	set-97	32,47	87,09
364	10	out-97	74,96	172,76
365	11	nov-97	64,32	194,77
366	12	dez-97	23,92	98,15
367	1	jan-98	27,10	55,68
368	2	fev-98	48,30	121,13
369	3	mar-98	67,99	208,66
370	4	abr-98	120,15	301,21
371	5	mai-98	28,15	117,17
372	6	jun-98	17,74	56,40
373	7	jul-98	9,47	33,37
374	8	ago-98	50,27	103,75
375	9	set-98	84,48	254,98
376	10	out-98	74,27	219,68
377	11	nov-98	7,93	50,03
378	12	dez-98	4,40	27,92
379	1	jan-99	15,82	35,59
380	2	fev-99	62,77	114,42
381	3	mar-99	7,90	28,18
382	4	abr-99	13,75	51,73
383	5	mai-99	18,21	68,92
384	6	jun-99	52,94	128,82
385	7	jul-99	23,11	88,51
386	8	ago-99	3,14	23,10
387	9	set-99	16,50	60,20
388	10	out-99	3,66	15,85
389	11	nov-99	1,91	11,12
390	12	dez-99	4,88	14,42
391	1	jan-00	3,42	15,24
392	2	fev-00	30,86	93,78
393	3	mar-00	12,64	43,33
394	4	abr-00	5,12	18,58
395	5	mai-00	6,07	25,34
396	6	jun-00	25,32	47,37
397	7	jul-00	37,09	107,52
398	8	ago-00	13,43	38,17
399	9	set-00	56,60	158,89
400	10	out-00	50,27	130,60
401	11	nov-00	9,77	50,75
402	12	dez-00	33,85	89,54
403	1	jan-01	54,83	152,09
404	2	fev-01	76,57	220,49
405	3	mar-01	11,31	71,01
406	4	abr-01	12,36	58,24
407	5	mai-01	18,64	70,66

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
93	3	mar-75	12,87	33,82
94	4	abr-75	6,45	16,96
95	5	mai-75	5,58	14,68
96	6	jun-75	12,61	33,14
97	7	jul-75	5,90	15,52
98	8	ago-75	13,90	36,53
99	9	set-75	10,13	26,62
100	10	out-75	43,69	114,83
101	11	nov-75	25,92	68,13
102	12	dez-75	44,39	116,69
103	1	jan-76	40,56	106,62
104	2	fev-76	31,12	81,79
105	3	mar-76	11,80	31,02
106	4	abr-76	14,17	37,25
107	5	mai-76	23,93	62,90
108	6	jun-76	38,05	100,00
109	7	jul-76	8,72	22,93
110	8	ago-76	17,85	46,91
111	9	set-76	25,37	66,67
112	10	out-76	14,76	38,79
113	11	nov-76	39,25	103,17
114	12	dez-76	42,04	110,50
115	1	jan-77	49,70	130,63
116	2	fev-77	23,71	62,33
117	3	mar-77	11,44	30,08
118	4	abr-77	9,62	25,27
119	5	mai-77	4,66	12,26
120	6	jun-77	16,56	43,52
121	7	jul-77	6,27	16,49
122	8	ago-77	3,63	9,55
123	9	set-77	5,09	13,39
124	10	out-77	9,42	24,75
125	11	nov-77	13,83	36,36
126	12	dez-77	28,01	73,63
127	1	jan-78	4,63	12,18
128	2	fev-78	2,46	6,47
129	3	mar-78	2,50	6,57
130	4	abr-78	1,57	4,13
131	5	mai-78	2,21	5,80
132	6	jun-78	2,48	6,51
133	7	jul-78	37,99	99,84
134	8	ago-78	15,21	34,11
135	9	set-78	29,69	71,35
136	10	out-78	6,33	15,08
137	11	nov-78	9,97	29,06
138	12	dez-78	10,16	30,88
139	1	jan-79	6,39	18,65
140	2	fev-79	4,56	66,89
141	3	mar-79	5,09	18,70
142	4	abr-79	1,76	9,77
143	5	mai-79	27,60	115,72
144	6	jun-79	3,95	18,40
145	7	jul-79	2,71	17,77
146	8	ago-79	27,50	77,05
147	9	set-79	39,87	112,62

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
408	6	jun-01	25,73	82,61
409	7	jul-01	26,29	82,17
410	8	ago-01	20,32	59,36
411	9	set-01	20,62	64,97
412	10	out-01	38,26	77,66
413	11	nov-01	12,90	45,12
414	12	dez-01	10,64	49,99
415	1	jan-02	59,39	119,01
416	2	fev-02	22,36	66,51
417	3	mar-02	6,51	32,44
418	4	abr-02	2,19	14,76
419	5	mai-02	110,70	187,02
420	6	jun-02	5,86	38,48
421	7	jul-02	3,61	21,31
422	8	ago-02	5,72	22,46
423	9	set-02	25,01	57,88
424	10	out-02	33,27	64,85
425	11	nov-02	42,16	93,26
426	12	dez-02	42,66	121,53
427	1	jan-03	14,51	81,69
428	2	fev-03	47,54	132,80
429	3	mar-03	15,44	71,40
430	4	abr-03	10,33	28,75
431	5	mai-03	4,27	12,25
432	6	jun-03	15,00	44,36
433	7	jul-03	22,79	49,38
434	8	ago-03	3,56	18,59
435	9	set-03	8,52	25,98
436	10	out-03	21,59	46,26
437	11	nov-03	24,28	65,85
438	12	dez-03	60,66	143,63
439	1	jan-04	12,22	42,80
440	2	fev-04	5,94	20,49
441	3	mar-04	3,61	16,15
442	4	abr-04	6,46	19,04
443	5	mai-04	81,00	191,40
444	6	jun-04	26,23	93,92
445	7	jul-04	39,40	106,99
446	8	ago-04	4,91	30,11
447	9	set-04	6,19	25,54
448	10	out-04	46,46	103,57
449	11	nov-04	59,57	159,86
450	12	dez-04	8,46	35,38
451	1	jan-05	13,72	45,81
452	2	fev-05	3,50	16,37
453	3	mar-05	2,70	11,81
454	4	abr-05	4,21	13,47
455	5	mai-05	15,77	33,26
456	6	jun-05	39,40	90,12
457	7	jul-05	8,82	36,42
458	8	ago-05	3,82	20,33
459	9	set-05	63,26	158,20
460	10	out-05	137,24	335,99
461	11	nov-05	18,49	88,68
462	12	dez-05	5,19	29,36

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leônico Primo	Balsa Cantu
148	10	out-79	29,46	108,67
149	11	nov-79	30,36	81,13
150	12	dez-79	52,84	115,85
151	1	jan-80	15,19	64,57
152	2	fev-80	8,55	30,47
153	3	mar-80	22,11	87,70
154	4	abr-80	3,87	27,25
155	5	mai-80	29,73	61,44
156	6	jun-80	14,10	36,86
157	7	jul-80	27,08	56,63
158	8	ago-80	25,87	73,56
159	9	set-80	52,95	161,02
160	10	out-80	20,40	66,00
161	11	nov-80	5,25	30,98
162	12	dez-80	24,95	76,01
163	1	jan-81	32,42	80,56
164	2	fev-81	22,35	57,56
165	3	mar-81	4,05	18,83
166	4	abr-81	22,64	50,07
167	5	mai-81	10,88	30,72
168	6	jun-81	12,08	36,71
169	7	jul-81	5,34	15,58
170	8	ago-81	3,74	10,15
171	9	set-81	2,64	6,46
172	10	out-81	73,42	104,02
173	11	nov-81	37,09	59,46
174	12	dez-81	198,18	322,20
175	1	jan-82	21,91	57,06
176	2	fev-82	6,90	20,17
177	3	mar-82	5,29	16,46
178	4	abr-82	1,43	7,98
179	5	mai-82	1,13	7,10
180	6	jun-82	65,76	133,91
181	7	jul-82	56,76	209,40
182	8	ago-82	19,16	68,74
183	9	set-82	2,91	22,31
184	10	out-82	50,05	139,36
185	11	nov-82	112,31	239,66
186	12	dez-82	41,17	120,41
187	1	jan-83	18,40	48,31
188	2	fev-83	17,29	35,53
189	3	mar-83	48,03	137,01
190	4	abr-83	53,20	106,24
191	5	mai-83	159,16	283,04
192	6	jun-83	96,39	271,76
193	7	jul-83	60,01	162,99
194	8	ago-83	13,23	37,34
195	9	set-83	63,49	152,96
196	10	out-83	44,35	116,96
197	11	nov-83	18,32	69,80
198	12	dez-83	4,71	31,39
199	1	jan-84	30,67	66,87
200	2	fev-84	17,50	59,09
201	3	mar-84	8,93	22,96
202	4	abr-84	29,32	51,38

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leônico Primo	Balsa Cantu
463	1	jan-06	20,72	43,73
464	2	fev-06	14,05	30,53
465	3	mar-06	9,80	31,52
466	4	abr-06	4,68	22,94
467	5	mai-06	1,61	10,07
468	6	jun-06	2,38	16,90
469	7	jul-06	1,74	10,47
470	8	ago-06	3,91	13,78
471	9	set-06	22,67	62,63
472	10	out-06	15,78	40,16
473	11	nov-06	23,69	69,34
474	12	dez-06	73,84	167,59
475	1	jan-07	49,51	130,86
476	2	fev-07	13,08	45,45
477	3	mar-07	17,42	62,46
478	4	abr-07	27,88	66,23
479	5	mai-07	50,50	128,91
480	6	jun-07	5,60	36,20
481	7	jul-07	23,49	59,50
482	8	ago-07	4,46	23,69
483	9	set-07	1,99	14,91
484	10	out-07	2,63	15,84
485	11	nov-07	43,32	90,48
486	12	dez-07	13,99	39,51
487	1	jan-08	15,67	48,35
488	2	fev-08	4,67	24,27
489	3	mar-08	4,09	20,09
490	4	abr-08	21,81	34,23
491	5	mai-08	13,28	45,73
492	6	jun-08	19,23	56,54
493	7	jul-08	24,96	64,58
494	8	ago-08	71,67	164,71
495	9	set-08	4,09	25,95
496	10	out-08	56,94	122,64
497	11	nov-08	23,65	86,65
498	12	dez-08	2,51	21,95
499	1	jan-09	7,34	24,88
500	2	fev-09	9,73	33,36
501	3	mar-09	12,36	36,74
502	4	abr-09	1,89	13,76
503	5	mai-09	17,22	42,54
504	6	jun-09	21,08	60,42
505	7	jul-09	104,27	249,50
506	8	ago-09	30,40	98,28
507	9	set-09	97,35	211,59
508	10	out-09	72,36	191,27
509	11	nov-09	28,94	95,60
510	12	dez-09	39,63	100,63
511	1	jan-10	53,14	143,00
512	2	fev-10	18,50	77,63
513	3	mar-10	17,03	68,11
514	4	abr-10	40,47	92,28
515	5	mai-10	17,36	62,63
516	6	jun-10	8,60	29,34
517	7	jul-10	12,67	38,95

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leônico Primo	Balsa Cantu
203	5	mai-84	30,99	67,38
204	6	jun-84	7,36	21,91
205	7	jul-84	4,45	18,19
206	8	ago-84	11,52	30,78
207	9	set-84	26,65	52,33
208	10	out-84	17,31	44,42
209	11	nov-84	30,08	84,22
210	12	dez-84	66,08	139,68
211	1	jan-85	26,44	59,14
212	2	fev-85	14,60	43,06
213	3	mar-85	24,92	62,48
214	4	abr-85	79,53	158,15
215	5	mai-85	24,91	86,62
216	6	jun-85	11,74	47,09
217	7	jul-85	7,84	31,85
218	8	ago-85	2,41	15,22
219	9	set-85	1,96	11,43
220	10	out-85	1,26	8,23
221	11	nov-85	1,15	16,21
222	12	dez-85	0,59	8,82
223	1	jan-86	2,67	12,35
224	2	fev-86	29,96	81,42
225	3	mar-86	19,92	77,52
226	4	abr-86	37,00	96,04
227	5	mai-86	59,09	150,22
228	6	jun-86	13,98	59,03
229	7	jul-86	2,69	22,54
230	8	ago-86	24,82	64,62
231	9	set-86	5,74	31,23
232	10	out-86	6,63	28,90
233	11	nov-86	3,71	18,99
234	12	dez-86	16,43	63,89
235	1	jan-87	15,56	41,59
236	2	fev-87	56,73	148,78
237	3	mar-87	3,32	24,67
238	4	abr-87	12,04	51,16
239	5	mai-87	117,11	270,18
240	6	jun-87	40,94	120,32
241	7	jul-87	8,18	41,85
242	8	ago-87	3,91	26,88
243	9	set-87	2,16	16,47
244	10	out-87	10,88	29,37
245	11	nov-87	32,77	97,98
246	12	dez-87	14,40	58,57
247	1	jan-88	9,76	40,36
248	2	fev-88	12,49	40,32
249	3	mar-88	13,52	38,58
250	4	abr-88	25,16	80,67
251	5	mai-88	84,54	186,10
252	6	jun-88	29,71	101,15
253	7	jul-88	5,75	33,95
254	8	ago-88	2,18	18,37
255	9	set-88	1,00	12,02
256	10	out-88	2,54	12,39
257	11	nov-88	1,50	10,26

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leônico Primo	Balsa Cantu
518	8	ago-10	4,39	16,59
519	9	set-10	1,65	10,46
520	10	out-10	27,75	49,74
521	11	nov-10	11,01	26,25
522	12	dez-10	33,41	92,01
523	1	jan-11	30,52	79,92
524	2	fev-11	68,61	167,53
525	3	mar-11	11,69	46,09
526	4	abr-11	19,88	53,49
527	5	mai-11	6,04	20,15
528	6	jun-11	9,80	20,08
529	7	jul-11	35,34	98,87
530	8	ago-11	101,87	263,52
531	9	set-11	11,85	53,79
532	10	out-11	35,64	108,34
533	11	nov-11	20,77	69,68
534	12	dez-11	3,44	23,76
535	1	jan-12	7,65	24,47
536	2	fev-12	1,64	14,53
537	3	mar-12	1,79	13,26
538	4	abr-12	24,76	88,86
539	5	mai-12	25,65	73,24
540	6	jun-12	95,22	287,32
541	7	jul-12	7,44	56,72
542	8	ago-12	2,54	25,12
543	9	set-12	0,62	14,21
544	10	out-12	3,87	19,69
545	11	nov-12	6,12	22,17
546	12	dez-12	10,48	28,78
547	1	jan-13	25,72	78,40
548	2	fev-13	76,56	203,69
549	3	mar-13	93,03	368,59
550	4	abr-13	10,88	57,72
551	5	mai-13	15,42	55,84
552	6	jun-13	104,70	269,17
553	7	jul-13	41,59	127,30
554	8	ago-13	3,22	34,56
555	9	set-13	8,55	27,71
556	10	out-13	34,88	72,12
557	11	nov-13	3,49	20,29
558	12	dez-13	8,11	24,33
559	1	jan-14	30,52	59,12
560	2	fev-14	4,10	13,90
561	3	mar-14	52,04	117,55
562	4	abr-14	76,60	176,00
563	5	mai-14	54,82	137,28
564	6	jun-14	113,88	310,04
565	7	jul-14	17,09	71,36
566	8	ago-14	6,35	27,01
567	9	set-14	68,00	137,87
568	10	out-14	71,54	99,23
569	11	nov-14	7,15	31,75
570	12	dez-14	4,79	32,42
571	1	jan-15	19,05	36,70
572	2	fev-15	30,19	95,00

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
258	12	dez-88	1,62	9,42
259	1	jan-89	66,59	127,77
260	2	fev-89	50,22	104,43
261	3	mar-89	20,18	51,84
262	4	abr-89	30,06	68,87
263	5	mai-89	47,24	107,80
264	6	jun-89	8,28	29,34
265	7	jul-89	53,77	95,56
266	8	ago-89	49,07	116,56
267	9	set-89	78,79	193,61
268	10	out-89	30,06	104,66
269	11	nov-89	6,61	35,22
270	12	dez-89	3,53	20,66
271	1	jan-90	63,68	130,76
272	2	fev-90	7,88	33,21
273	3	mar-90	3,20	18,11
274	4	abr-90	14,29	40,79
275	5	mai-90	23,13	66,53
276	6	jun-90	61,66	143,89
277	7	jul-90	86,75	275,50
278	8	ago-90	51,65	126,52
279	9	set-90	95,22	207,57
280	10	out-90	61,15	195,94
281	11	nov-90	21,57	103,77
282	12	dez-90	7,25	35,91
283	1	jan-91	2,59	25,77
284	2	fev-91	11,16	37,27
285	3	mar-91	2,76	15,42
286	4	abr-91	3,55	14,89
287	5	mai-91	3,50	15,72
288	6	jun-91	29,04	67,76
289	7	jul-91	8,89	35,90
290	8	ago-91	14,09	27,32
291	9	set-91	4,23	14,44
292	10	out-91	27,49	87,62
293	11	nov-91	16,44	50,66
294	12	dez-91	65,59	141,70
295	1	jan-92	7,02	32,38
296	2	fev-92	4,21	17,49
297	3	mar-92	17,98	55,22
298	4	abr-92	30,86	108,68
299	5	mai-92	142,47	289,30
300	6	jun-92	50,47	181,32
301	7	jul-92	32,51	109,11
302	8	ago-92	23,68	92,83
303	9	set-92	38,30	97,65
304	10	out-92	35,74	107,40
305	11	nov-92	28,07	95,78
306	12	dez-92	9,17	32,86
307	1	jan-93	27,65	63,20
308	2	fev-93	52,75	134,45
309	3	mar-93	13,13	63,62
310	4	abr-93	13,45	46,01
311	5	mai-93	50,23	132,17
312	6	jun-93	25,92	65,53

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
573	3	mar-15	7,14	57,53
574	4	abr-15	2,79	24,17
575	5	mai-15	48,66	107,46
576	6	jun-15	19,32	55,86
577	7	jul-15	127,97	272,81
578	8	ago-15	5,70	43,01
579	9	set-15	25,59	61,80
580	10	out-15	42,98	113,61
581	11	nov-15	65,20	142,77
582	12	dez-15	54,55	158,83
583	1	jan-16	25,46	111,50
584	2	fev-16	73,95	173,28
585	3	mar-16	27,74	104,19
586	4	abr-16	13,28	45,78
587	5	mai-16	55,96	147,92
588	6	jun-16	59,15	145,20
589	7	jul-16	32,18	69,74
590	8	ago-16	64,40	167,08
591	9	set-16	16,72	48,60
592	10	out-16	20,65	67,35
593	11	nov-16	10,83	42,36
594	12	dez-16	34,89	95,01
595	1	jan-17	42,08	83,74
596	2	fev-17	28,81	70,57
597	3	mar-17	7,69	18,84
598	4	abr-17	20,25	49,59
599	5	mai-17	42,36	103,74
600	6	jun-17	61,49	82,59
601	7	jul-17	2,80	6,85
602	8	ago-17	8,17	40,65
603	9	set-17	1,06	18,61
604	10	out-17	82,22	19,10
605	11	nov-17	56,05	51,09
606	12	dez-17	45,50	235,41
607	1	jan-18	66,50	224,75
608	2	fev-18	15,07	109,83
609	3	mar-18	61,92	231,89
610	4	abr-18	11,95	100,28
611	5	mai-18	0,77	43,84
612	6	jun-18	6,80	24,51
613	7	jul-18	0,38	24,87
614	8	ago-18	2,14	17,81
615	9	set-18	9,36	27,82
616	10	out-18	38,58	79,73
617	11	nov-18	14,68	40,26
618	12	dez-18	8,55	24,41
619	1	jan-19	9,18	31,51
620	2	fev-19	53,86	39,42
621	3	mar-19	32,15	56,64
622	4	abr-19	10,69	26,18
623	5	mai-19	68,50	167,76
624	6	jun-19	42,60	104,34
625	7	jul-19	3,78	20,08
626	8	ago-19	0,39	14,86
627	9	set-19	1,80	13,88

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
313	7	jul-93	39,58	102,89
314	8	ago-93	11,25	41,99
315	9	set-93	33,79	73,36

Registro	Mês	Data	Vazão (m³/s)	
			Pte Leôncio Primo	Balsa Cantu
628	10	out-19	0,72	20,00
629	11	nov-19	5,52	23,21
630	12	dez-19	17,58	67,80
Média			25,78	70,46

3.1.2.3 Equação de Regionalização

Com as séries de vazões médias mensais definidas o próximo passo é a definição da equação de regionalização. A equação é obtida pela linha de tendência do gráfico montando com as áreas de drenagem e vazão média de longo período nos postos fluviométricos estudados. A Tabela 8 apresenta os dados das estações fluviométricas com nome da estação, rio em que se encontra, código da estação, área da bacia hidrográfica no local, vazão específica (l/s/km²), vazão média de longo período (m³/s), proporção de áreas de bacia hidrográfica em relação a área de drenagem da PCH Cantú 2 e distância entre a estação e a barragem da usina.

Tabela 8 – Dados das Estações Estudadas

Estação Fluviométrica	Rio	Código Estação	Área Bacia (km²)	Vazão Esp. (l/s/km²)	Vazão (m³/s)	Proporção Ad Cantu	Distância (km)
Ponte Leôncio Primo	Cantu	64773000	757	34,05	25,778	2,18890	16,3
Balsa do Cantu	Cantu	64775000	2520	27,96	70,460	0,65754	23,7

Com os dados da Tabela 8 é possível montar o Gráfico 6 com a área de drenagem x vazão média de longo período de onde a linha de tendência fornece a equação de regionalização para o local em estudo. Como são apenas duas estações o R² da equação é igual a 1.

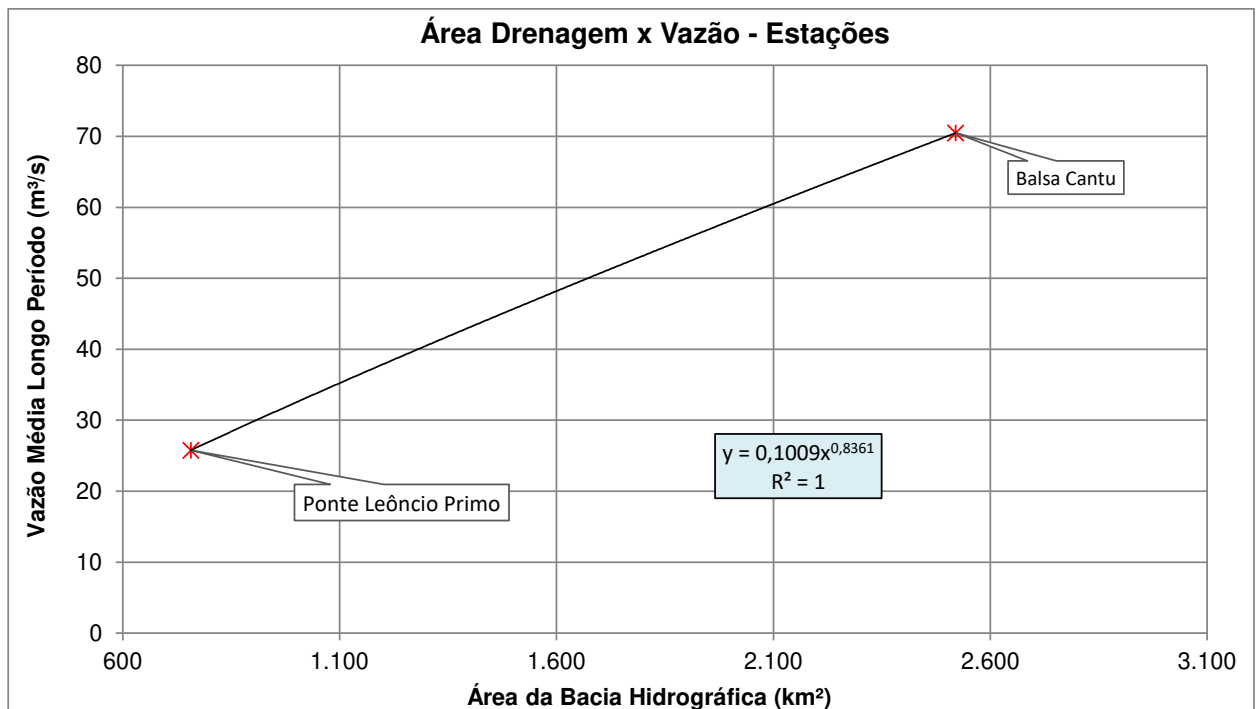


Gráfico 6 – Equação de Regionalização

A equação para a regionalização de vazão com base nos postos fluviométricos utilizados é:

$$Q_{mit} = 0,1009 * A^{0,8361} \quad \text{- Equação de Regionalização de Vazões}$$

Onde Q_{mit} é a vazão média de longo período no local desejado e A área de drenagem da bacia hidrográfica no mesmo ponto. Utilizando na equação o valor da área de drenagem da PCH Cantú 2, igual a 1.657 km², se obtém a vazão média de longo período de 49,61 m³/s.

3.1.2.4 Definição da Estação Fluviométrica Referência

Com a equação de regionalização definida e o valor de vazão média de longo período para a PCH Cantú 2 também determinado resta fazer a análise de semelhança entre o local da barragem da PCH Cantú 2 e uma das estações do estudo de maneira a obtermos a vazão média mensal ao longo do período hidrológico determinado.

Para escolha da estação referência deve-se analisar todos os locais estudados com base nos seguintes parâmetros:

- Relação de área mais próxima, a semelhança entre as áreas de estudo e da estação selecionada melhoram a consistência dos dados;
- Maior número de registros de vazão nos dados da ANA, quanto maior o número de registros oficiais menor o número de registros de vazão definidos de maneira indireta o que reduz a diferenças ocorridas com os métodos estatísticos;
- Distância da estação em relação a PCH Cantú 2, quanto mais perto à estação de referência maior semelhança na distribuição de chuvas e vazões resultantes.

Por esses critérios a melhor relação deve ser obtida com base na estação fluviométrica Balsa do Cantu, Estação Bonito. Na Tabela 9 estão apresentados os dados da estação. Apesar da distância um pouco maior em relação a outra estação fluviométrica a diferença é pequena e compensada pelos outros critérios.

Tabela 9 – Dados da Estação Balsa do Cantu

Estação Fluviométrica	Rio	Código Estação	Área Bacia (km ²)	Vazão Esp. (l/s/km ²)	Vazão (m ³ /s)	Proporção Ad Cantu	Distância (km)
Balsa do Cantu	Cantu	64775000	2.520	27,96	70,460	0,65754	23,7

3.1.2.5 Definição da Vazão Média de Longo Período para a PCH Cantú 2

Os dados de vazão média mensal ao longo do período hidrológico para a estação Bonito já foram obtidos e apresentados na Tabela 7. A definição da equação de regionalização possibilitou comparar a vazão média de longo período na estação com a obtida pela equação de regionalização para o local de implantação da PCH Cantú 2. A proporção entre as vazões médias

de longo período pode ser estendida ao longo de toda a série de vazões permitindo a definição da vazão média diária para a usina ao longo de todo o período hidrológico obtendo-se assim as vazões médias mensais. A Tabela abaixo apresenta o valor da vazão média de longo período da estação Balsa do Cantu e da PCH com a respectiva equação de correlação entre a estação e a usina para a série de vazões.

Tabela 10 – Vazão Média de Longo Período e Correlação PCH Cantú 2 x Balsa do Cantu

Local	A (km ²)	Q mlt (m ³ /s)	Qmlt bc (m ³ /s)	rel. Área (usina/posto)	rel. Vazão (usina/posto)	Equação Relação de Vazão	Q esp. (l/s/km ²)
PCH Cantu 2	1.657	49,61	70,46	0,65754	0,70408	Qct=0,70408*Qbc	29,94

A equação de correlação entre as vazões da Estação Bonito com o local da barragem da PCH Cantú 2 é:

$$\mathbf{Q_{ct}=0,70408*Q_{bc}}$$

Onde Qct é a vazão na PCH Cantú 2 e Qbc a vazão na estação Balsa do Cantu.

A análise dos valores de vazão obtidos indica que estão de acordo com o comportamento hidrológico dos rios da região, fato comprovado pela homogeneidade dos dados e dos altos valores de correlação obtidos nas diferentes equações utilizadas. Os resultados possibilitaram a atualização do comportamento hidrológico da bacia do Rio Cantu para o local de implantação da PCH Cantú 2.

3.1.3 Série de Vazões Médias Mensais Para PCH Cantú 2 – 1.657 km²

A tabela a seguir apresenta os dados de vazão média mensal no local de implantação da barragem da PCH Cantú 2 no Rio Cantu obtidos no estudo de regionalização.

Tabela 11 – Vazão Média Mensal - PCH Cantú 2 (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
1967							16,73	13,69	20,20	19,53	9,88	24,49	17,42
1968	54,49	14,36	7,22	12,25	16,26	9,70	4,90	12,25	4,67	64,93	24,62	17,97	20,30
1969	47,83	14,62	10,47	12,49	23,06	83,33	24,64	9,24	27,31	85,74	35,50	14,47	32,39
1970	18,14	13,04	12,50	9,23	12,69	34,81	56,75	9,87	20,15	44,19	12,41	108,01	29,31
1971	164,98	40,45	46,61	32,68	81,72	104,35	107,00	20,97	39,40	47,59	10,24	26,29	60,19
1972	23,91	67,86	24,59	25,14	7,13	8,84	62,22	67,12	105,25	103,31	28,49	20,97	45,40
1973	119,81	45,27	33,92	11,63	14,22	36,92	37,70	42,12	31,17	56,04	17,16	11,32	38,11
1974	45,86	54,21	24,55	10,87	8,79	20,02	9,11	35,98	26,64	34,65	30,58	34,74	28,00
1975	48,60	62,07	23,81	11,94	10,33	23,33	10,93	25,72	18,74	80,85	47,97	82,16	37,20
1976	75,07	57,59	21,84	26,22	44,29	70,41	16,14	33,03	46,94	27,31	72,64	77,80	47,44
1977	91,97	43,89	21,18	17,80	8,63	30,64	11,61	6,72	9,43	17,43	25,60	51,84	28,06
1978	8,58	4,56	4,63	2,91	4,08	4,58	70,30	24,02	50,24	10,62	20,46	21,74	18,89
1979	13,13	47,10	13,16	6,88	81,48	12,95	12,51	54,25	79,29	76,51	57,12	81,57	44,66
1980	45,47	21,46	61,75	19,18	43,26	25,96	39,87	51,79	113,37	46,47	21,81	53,52	45,33
1981	56,72	40,53	13,26	35,26	21,63	25,84	10,97	7,14	4,55	73,24	41,86	226,86	46,49

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
1982	40,18	14,20	11,59	5,62	5,00	94,29	147,43	48,39	15,70	98,12	168,74	84,78	61,17
1983	34,01	25,02	96,46	74,80	199,28	191,34	114,76	26,29	107,70	82,35	49,15	22,10	85,27
1984	47,08	41,61	16,17	36,18	47,44	15,43	12,81	21,67	36,84	31,27	59,30	98,35	38,68
1985	41,64	30,32	43,99	111,35	60,99	33,16	22,43	10,72	8,05	5,79	11,41	6,21	32,17
1986	8,70	57,32	54,58	67,62	105,77	41,56	15,87	45,50	21,99	20,35	13,37	44,98	41,47
1987	29,28	104,75	17,37	36,02	190,23	84,71	29,47	18,92	11,60	20,68	68,98	41,24	54,44
1988	28,41	28,39	27,16	56,80	131,03	71,22	23,90	12,94	8,46	8,73	7,22	6,63	34,24
1989	89,96	73,53	36,50	48,49	75,90	20,66	67,28	82,07	136,32	73,69	24,79	14,54	61,98
1990	92,06	23,38	12,75	28,72	46,85	101,31	193,97	89,08	146,14	137,96	73,06	25,28	80,88
1991	18,14	26,24	10,85	10,48	11,06	47,71	25,28	19,24	10,17	61,69	35,67	99,77	31,36
1992	22,80	12,31	38,88	76,52	203,69	127,66	76,82	65,36	68,76	75,62	67,44	23,14	71,58
1993	44,50	94,66	44,79	32,40	93,06	46,14	72,44	29,57	51,65	157,55	30,77	61,58	63,26
1994	32,83	110,71	37,74	40,72	70,11	121,08	99,24	26,92	14,39	18,75	37,32	18,34	52,35
1995	203,22	36,99	24,54	63,11	19,08	18,86	50,24	13,35	34,50	108,51	39,39	20,57	52,70
1996	110,46	89,17	78,28	46,46	21,98	21,93	22,08	12,28	21,42	80,38	77,28	113,79	57,96
1997	84,79	148,20	32,50	8,18	19,31	112,32	80,99	43,89	61,31	121,63	137,13	69,11	76,61
1998	39,20	85,29	146,92	212,07	82,50	39,71	23,49	73,05	179,52	154,67	35,22	19,66	90,94
1999	25,06	80,56	19,84	36,42	48,52	90,70	62,32	16,26	42,38	11,16	7,83	10,16	37,60
2000	10,73	66,03	30,51	13,08	17,84	33,35	75,70	26,88	111,87	91,96	35,73	63,04	48,06
2001	107,08	155,25	49,99	41,01	49,75	58,17	57,85	41,79	45,74	54,68	31,77	35,20	60,69
2002	83,79	46,83	22,84	10,39	131,68	27,09	15,00	15,82	40,75	45,66	65,66	85,57	49,26
2003	57,51	93,50	50,27	20,24	8,63	31,23	34,77	13,09	18,29	32,57	46,37	101,13	42,30
2004	30,14	14,43	11,37	13,41	134,76	66,13	75,33	21,20	17,98	72,92	112,55	24,91	49,59
2005	32,25	11,53	8,32	9,48	23,42	63,45	25,64	14,31	111,39	236,56	62,44	20,67	51,62
2006	30,79	21,50	22,19	16,15	7,09	11,90	7,37	9,70	44,09	28,28	48,82	118,00	30,49
2007	92,13	32,00	43,98	46,63	90,76	25,49	41,90	16,68	10,50	11,15	63,71	27,82	41,90
2008	34,04	17,09	14,14	24,10	32,20	39,81	45,47	115,97	18,27	86,35	61,01	15,46	41,99
2009	17,52	23,49	25,87	9,69	29,95	42,54	175,67	69,19	148,98	134,67	67,31	70,85	67,98
2010	100,69	54,66	47,96	64,97	44,10	20,66	27,42	11,68	7,36	35,02	18,48	64,78	41,48
2011	56,27	117,96	32,45	37,66	14,19	14,14	69,61	185,54	37,87	76,28	49,06	16,73	58,98
2012	17,23	10,23	9,34	62,57	51,57	202,29	39,94	17,68	10,00	13,87	15,61	20,26	39,22
2013	55,20	143,41	259,52	40,64	39,32	189,52	89,63	24,34	19,51	50,78	14,29	17,13	78,61
2014	41,62	9,79	82,77	123,92	96,65	218,29	50,24	19,02	97,07	69,87	22,35	22,82	71,20
2015	25,84	66,89	40,50	17,02	75,66	39,33	192,08	30,28	43,51	79,99	100,52	111,83	68,62
2016	78,51	122,00	73,36	32,23	104,15	102,23	49,10	117,64	34,22	47,42	29,82	66,89	71,46
2017	58,96	49,68	13,27	34,92	73,04	58,15	4,82	28,62	13,10	13,45	35,97	165,75	45,81
2018	158,24	77,33	163,27	70,61	30,87	17,25	17,51	12,54	19,59	56,13	28,34	17,19	55,74
2019	22,19	28,27	39,88	18,43	118,11	73,47	14,14	10,46	9,77	14,08	16,34	47,74	34,41
Média	56,11	53,30	40,62	37,18	57,37	59,73	51,72	35,32	45,93	62,43	43,90	51,84	49,61

3.1.3.1 Comparação dos Valores Qmlt RPS e Projeto Básico

Neste estudo o valor obtido para a vazão média de longo período (Qmlt) para a PCH Cantú 2 resultou em 49,61 m³/s. Nos estudos do projeto básico, realizados em 2014 pela empresa Geenergy, o valor obtido para Qmlt foi 44,75 m³/s no período de 1967 a 2004. A Tabela 12 e o Gráfico 7 apresentam os valores das vazões médias mensais ao longo do período de estudos do RPS e do Projeto Básico.

Tabela 12 – Vazões Médias Mensais – RPS e Projeto Básico

Cantú 2	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Media
RPS	56,11	53,30	40,62	37,18	57,37	59,73	51,72	35,32	45,93	62,43	43,90	51,84	49,61
Proj Básico	54,16	49,44	29,07	33,02	56,04	51,81	44,59	28,31	45,30	57,02	39,22	49,01	44,75

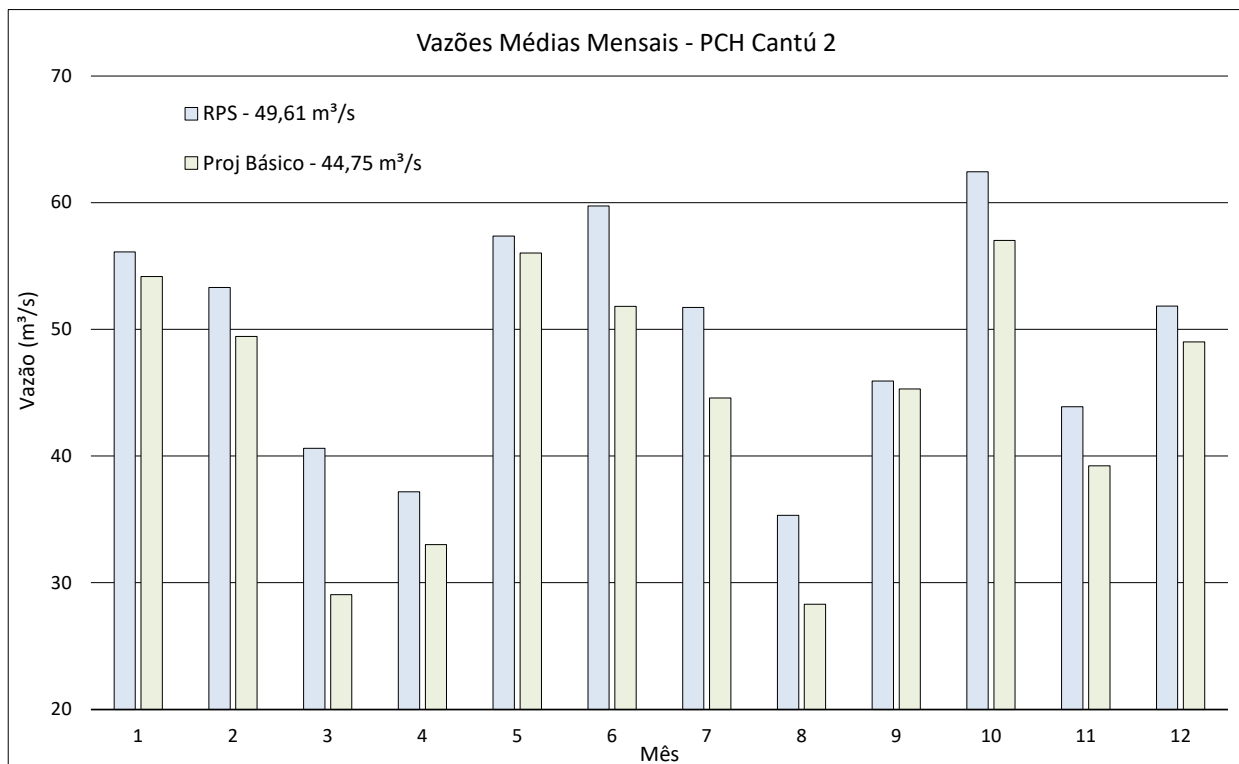


Gráfico 7 – Vazões Médias Mensais – RPS e Projeto Básico

Como estudo hidrológico é uma ciência estatística, não exata, não se pode considerar certo ou errado qualquer dos estudos, nem do projeto básico nem da atualização. Os resultados indicam um número mais otimista no estudo da RPS e vazão um pouco menor no projeto básico. A diferença de vazão resultou em aproximadamente 10 %.

Estudos recentes em bacias hidrográficas da região sul têm resultado constantemente em aumento da vazão média de longo período quando comparados a estudos realizados com dados anteriores. Isso em parte se deve a revisão geral dos dados hidrológicos das bacias hidrográficas da região sul do país realizados pela ANA entre 2014 e 2016, com atualização geral dos valores de vazões médias diárias.

3.1.4 Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais

Com os dados das vazões médias mensais definidos foi possível obter a curva de permanência de vazões para o local da barragem da PCH Cantú 2. A Tabela 13 abaixo indica os valores obtidos com destaque para as permanências de 25% e de 95%. O Gráfico 8 apresenta a curva completa com todos os dados disponíveis.

Tabela 13 – Permanência de Vazão Médias Mensais para PCH Cantú 2

perman. (%)	Cantú 2 (m³/s)	perman. (%)	Cantú 2 (m³/s)	perman. (%)	Cantú 2 (m³/s)
0,25%	524,29	25%	70,69	75%	10,17
0,75%	432,60	30%	57,88	80%	8,13
1%	391,14	35%	48,54	85%	6,47
3%	292,04	40%	41,60	90%	5,16
5%	200,22	45%	34,85	95%	3,65
8%	166,18	50%	28,57	97%	3,16
10%	133,06	55%	23,59	98%	2,89
13%	117,60	60%	19,46	99%	2,61
15,0%	100,14	65%	15,61	99,5%	0,93
20%	80,52	70%	12,70	99,75%	0,56

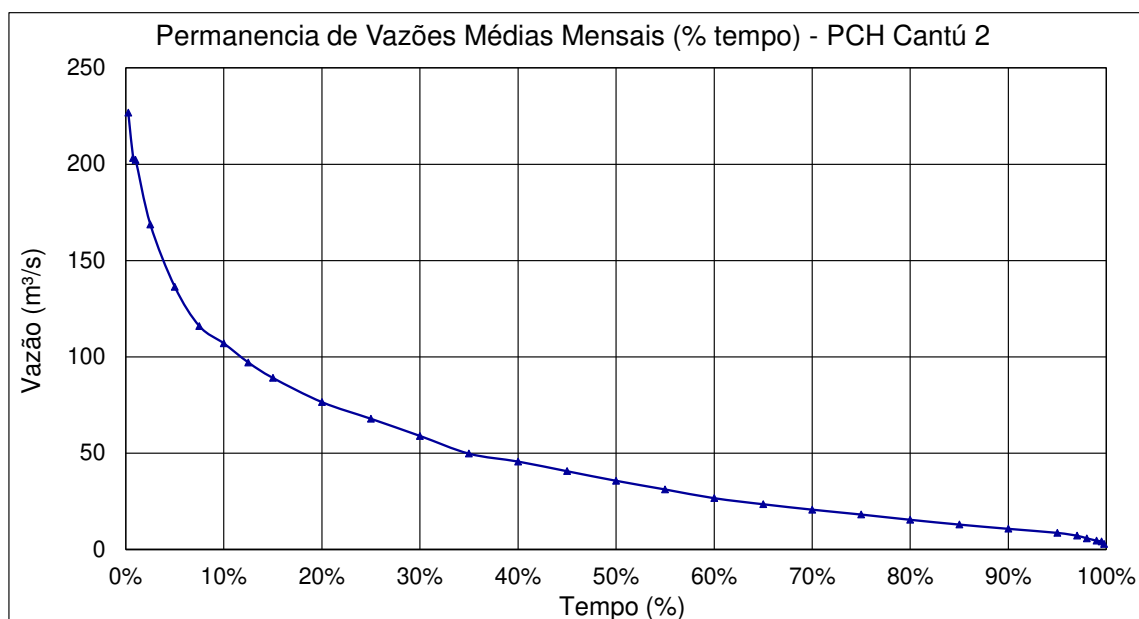


Gráfico 8 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais – PCH Cantú 2

3.1.5 Vazões Mínimas – PCH Cantú 2

Os estudos permitiram obter os dados de vazão mínima diária mensal em cada um dos meses do período hidrológico estudado. Os resultados obtidos estão na Tabela 14 abaixo.

Tabela 14 – Vazões Mínimas Diárias – PCH Cantú 2

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Mínimo
1967							10,65	5,96	6,68	4,30	4,94	4,62	4,30
1968	3,99	6,68	6,68	4,62	7,05	5,61	3,40	3,40	3,40	3,40	8,19	7,05	3,40
1969	10,65	8,19	4,94	5,27	3,99	18,24	11,09	7,05	4,94	21,43	17,22	9,81	3,99
1970	6,68	6,68	5,61	4,62	5,27	5,27	12,87	7,80	7,05	15,23	7,80	4,94	4,62
1971	46,82	23,65	21,98	13,80	21,43	28,32	68,31	8,88	8,39	13,50	4,67	4,23	4,23
1972	10,38	8,88	15,12	9,38	4,67	4,67	3,86	16,21	30,26	30,88	18,44	8,39	3,86
1973	13,50	22,45	15,66	7,42	8,39	6,48	17,32	9,38	16,76	17,27	8,91	8,91	6,48
1974	9,32	13,80	13,32	8,50	6,24	6,57	6,24	5,01	11,04	6,57	12,85	14,28	5,01
1975	16,76	20,45	14,28	8,10	7,71	8,50	7,71	6,94	6,94	18,83	23,81	30,41	6,94
1976	29,78	19,91	12,85	10,60	9,74	19,91	11,94	11,94	13,80	11,04	17,27	33,58	9,74
1977	30,41	16,76	14,76	11,04	6,94	5,74	7,71	5,74	5,25	7,32	7,32	11,04	5,25
1978	5,49	3,89	3,47	2,32	1,98	3,06	3,06	6,24	8,91	5,49	7,71	8,50	1,98

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Mínimo
1979	6,94	5,74	5,49	5,25	5,25	8,50	8,50	11,04	16,76	20,45	25,55	18,83	5,25
1980	14,76	13,32	14,28	7,32	6,94	10,60	15,25	18,83	26,74	24,38	11,94	12,85	6,94
1981	14,28	15,75	7,71	7,71	9,32	8,50	7,71	5,74	2,68	5,25	12,85	43,74	2,68
1982	11,04	9,32	6,94	4,78	4,10	4,32	34,23	22,67	11,94	13,80	31,03	38,21	4,10
1983	16,76	11,94	21,55	14,76	47,32	55,54	46,60	14,76	14,76	33,58	26,74	14,76	11,94
1984	8,50	12,85	7,71	8,91	15,75	10,17	7,71	7,32	6,94	11,04	11,94	22,11	6,94
1985	11,94	11,04	13,80	24,97	22,11	15,25	11,48	7,32	5,74	5,01	6,57	5,46	5,01
1986	5,46	12,49	19,45	15,35	22,17	19,98	13,42	10,70	14,37	11,14	9,01	14,37	5,46
1987	13,42	19,45	12,49	14,37	27,37	32,92	18,39	12,49	9,42	9,01	13,89	16,85	9,01
1988	16,34	15,35	9,84	9,84	34,20	42,92	16,34	9,84	6,87	5,92	5,46	4,39	4,39
1989	20,52	31,66	17,36	14,86	18,92	14,86	11,58	26,18	36,16	28,57	16,34	9,84	9,84
1990	25,01	15,35	10,27	12,03	16,34	44,32	26,18	26,18	60,66	47,16	26,77	13,89	10,27
1991	6,87	5,92	5,92	8,60	9,01	8,60	8,20	8,20	8,20	20,52	19,45	17,36	5,92
1992	13,89	9,84	10,27	20,52	53,76	41,53	36,16	35,50	34,20	26,18	20,52	13,42	9,84
1993	12,95	41,53	15,84	17,36	15,35	26,77	20,52	17,87	12,03	34,85	16,85	26,18	12,03
1994	21,62	40,85	16,34	15,35	19,45	28,57	34,85	12,03	11,14	9,42	14,86	10,27	9,42
1995	48,60	21,62	12,03	18,92	13,42	12,49	17,36	9,84	8,20	27,37	26,18	16,34	8,20
1996	15,35	42,92	27,37	24,44	16,85	10,27	9,84	8,60	9,84	19,98	24,44	15,84	8,60
1997	31,66	51,53	11,58	5,69	3,21	22,17	28,57	20,52	15,35	51,53	61,44	31,66	3,21
1998	19,45	27,37	31,66	63,81	37,48	21,62	15,35	12,95	25,01	63,02	22,17	16,34	12,95
1999	12,49	31,03	13,42	14,37	12,03	18,39	22,73	12,49	11,14	8,60	5,92	5,02	5,02
2000	5,92	10,70	11,14	10,70	10,27	9,01	21,62	15,35	31,03	33,56	26,18	17,36	5,92
2001	36,81	71,92	29,80	22,73	19,45	27,37	22,17	16,85	20,52	15,35	14,37	21,62	14,37
2002	14,37	20,52	12,95	9,42	8,60	16,34	12,49	9,84	10,27	15,35	28,57	27,37	8,60
2003	19,45	28,57	13,89	7,80	4,18	4,18	5,92	10,70	9,01	11,58	11,58	27,37	4,18
2004	15,35	9,84	7,11	7,36	21,62	27,37	29,80	15,84	11,58	9,84	32,92	14,86	7,11
2005	14,37	9,42	7,11	6,39	5,92	10,70	15,84	10,70	33,56	82,08	26,18	14,37	5,92
2006	11,14	13,42	12,03	8,20	6,39	6,15	5,92	5,46	9,01	14,37	15,35	15,35	5,46
2007	48,60	20,52	18,92	12,49	23,86	17,36	13,42	12,03	9,01	7,11	8,20	14,37	7,11
2008	16,85	11,58	10,27	7,36	13,42	14,86	13,89	27,37	12,03	13,42	20,52	11,14	7,36
2009	10,70	13,89	11,14	7,36	7,114	22,73	54,78	26,74	27,94	29,17	42,33	29,78	7,114
2010	19,75	23,24	19,75	16,46	23,81	14,24	11,32	8,28	6,22	7,57	10,53	10,14	6,22
2011	20,72	35,54	15,56	19,75	10,92	10,14	16,92	32,30	19,26	15,56	22,22	12,54	10,14
2012	9,38	7,23	6,01	5,78	14,67	53,26	22,22	11,72	8,28	6,22	6,89	4,29	4,29
2013	12,13	11,32	20,72	21,22	13,81	28,55	36,87	13,81	11,32	15,56	10,14	7,23	7,23
2014	11,32	6,01	9,76	15,56	23,24	47,32	26,74	14,67	13,81	21,22	15,56	10,53	6,01
2015	12,20	16,24	22,97	12,41	12,83	23,80	25,21	21,95	13,03	24,36	22,46	28,02	12,20
2016	23,52	40,67	21,18	16,70	18,35	30,36	22,46	20,15	17,17	18,86	15,54	18,35	15,54
2017	20,40	9,21	6,64	6,45	10,16	20,40	1,71	13,45	10,96	9,71	10,96	33,36	1,71
2018	22,97	36,77	57,44	30,36	20,15	12,41	9,71	10,54	10,54	15,31	20,15	9,71	9,71
2019	12,00	10,54	12,83	4,86	9,21	7,64	9,71	9,51	6,05	9,91	13,45	16,47	4,86
Média	17,11	19,33	14,37	12,77	14,84	18,75	18,00	13,45	14,38	19,02	17,42	16,18	1,707

3.1.6 Vazões Máximas – PCH Cantú 2

Os estudos hidrológicos realizados permitiram a obtenção da vazão média diária ao longo de todo o período de estudo para o local da barragem da PCH Cantú 2. Foram então selecionadas as maiores vazões diárias e o mês de ocorrência no período de dados dos estudos estatísticos

realizados. Os valores estão indicados na Tabela 15 abaixo com destaque as maiores vazões mensais.

Tabela 15 – Vazões Máximas Diárias – PCH Cantú 2

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
1967							33	35	96	117	18	162	162
1968	262	33	9	53	43	18	6	51	6	397	100	70	397
1969	148	50	34	46	151	437	108	12	519	271	80	30	519
1970	56	24	24	21	60	132	349	13	47	152	21	500	500
1971	413	78	91	190	450	460	231	61	249	135	26	76	460
1972	53	308	46	96	11	31	392	342	460	460	50	80	460
1973	792	89	161	21	32	219	139	362	67	301	38	18	792
1974	94	212	59	16	18	97	18	484	127	237	145	97	484
1975	124	295	40	30	19	84	20	88	76	372	109	243	372
1976	276	204	65	147	552	471	22	91	328	110	333	262	552
1977	378	140	36	33	11	129	24	8	22	58	67	180	378
1978	11	5	11	4	9	9	503	121	291	31	94	113	503
1979	29	607	54	12	410	22	40	331	394	382	185	345	607
1980	202	96	279	62	403	159	115	184	391	114	39	266	403
1981	146	124	21	348	74	141	21	10	8	415	195	677	677
1982	142	34	18	8	6	688	612	207	26	372	474	219	688
1983	98	63	442	416	792	670	263	56	751	301	170	36	792
1984	643	265	81	106	211	29	43	95	334	115	226	471	643
1985	218	66	148	527	241	130	62	20	12	7	29	7	527
1986	22	163	165	654	350	175	19	206	37	70	26	134	654
1987	158	448	27	115	813	374	61	37	12	57	412	169	813
1988	58	62	190	315	468	130	42	16	10	19	14	25	468
1989	337	154	98	244	381	33	410	217	492	341	52	26	492
1990	204	46	15	58	180	393	903	323	431	336	204	39	903
1991	100	59	15	15	15	178	72	86	36	187	76	406	406
1992	46	18	197	390	672	517	276	141	225	208	167	40	672
1993	108	193	93	70	787	98	427	86	201	893	61	136	893
1994	62	232	146	128	239	693	374	62	21	49	141	87	693
1995	950	53	100	379	27	55	187	21	284	280	70	25	950
1996	427	227	252	181	40	44	61	32	44	364	348	588	588
1997	579	448	61	12	75	406	249	122	374	359	382	238	579
1998	99	409	517	640	244	105	35	314	889	535	73	23	889
1999	44	287	42	257	319	406	237	22	334	14	11	21	406
2000	24	220	109	21	37	144	296	108	409	404	74	342	409
2001	514	479	96	93	141	204	263	210	114	269	93	95	514
2002	838	149	57	12	866	55	17	26	260	135	222	217	866
2003	168	243	154	62	21	212	197	16	91	206	215	276	276
2004	96	23	34	46	579	170	244	32	55	347	554	39	579
2005	116	19	11	29	216	274	37	26	307	819	213	36	819
2006	150	48	50	26	9	56	12	28	156	50	201	443	443
2007	287	56	153	457	430	47	176	30	13	19	307	86	457
2008	96	34	19	135	163	133	365	436	26	824	208	20	824
2009	48	50	84	12	222	132	837	167	652	446	175	150	837
2010	492	151	174	293	176	36	128	16	9	159	60	225	492
2011	301	322	136	114	19	23	342	1.047	74	283	128	23	1.047
2012	75	25	19	501	205	1.065	78	34	13	65	65	54	1.065

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
2013	213	560	1.643	76	144	1.010	219	40	73	160	22	47	1.643
2014	138	24	385	311	749	1.507	172	30	672	587	48	78	1.507
2015	58	355	114	23	566	73	742	52	214	286	203	371	742
2016	286	372	271	106	346	433	134	626	71	212	63	120	626
2017	156	226	23	140	360	144	9	63	16	19	85	540	540
2018	570	123	525	146	46	30	31	15	36	131	44	36	570
2019	51	117	114	146	1.045	715	21	13	29	19	22	112	1.045
Média	228	182	165	179	310	284	213	132	210	251	156	178	1.643

A tabela indica um comportamento quase aleatório em relação a ocorrência de vazões de enchente, comum na região sul. Apenas o mês de novembro não teve registro de cheias. Os meses de maior ocorrência foram os de maio (9 cheias), de dezembro e janeiro (8 cheias). A Tabela 16 apresenta o mês de ocorrência da máxima cheia anual para o todo o período de dados.

Tabela 16 – Mês de Ocorrência de Máximas Cheia Anual

Mês	Cheias
jan	8
fev	1
mar	1
abr	3

Mês	Cheias
mai	9
jun	6
jul	4
ago	3

Mês	Cheias
set	5
out	5
nov	
dez	8

3.1.7 Gráficos Vazões – PCH Cantú 2

O Gráfico 9 abaixo apresenta os dados de vazões média mensal, máxima diária anual e mínima diária anual ao longo do período de estudos para o local da PCH Cantú 2.

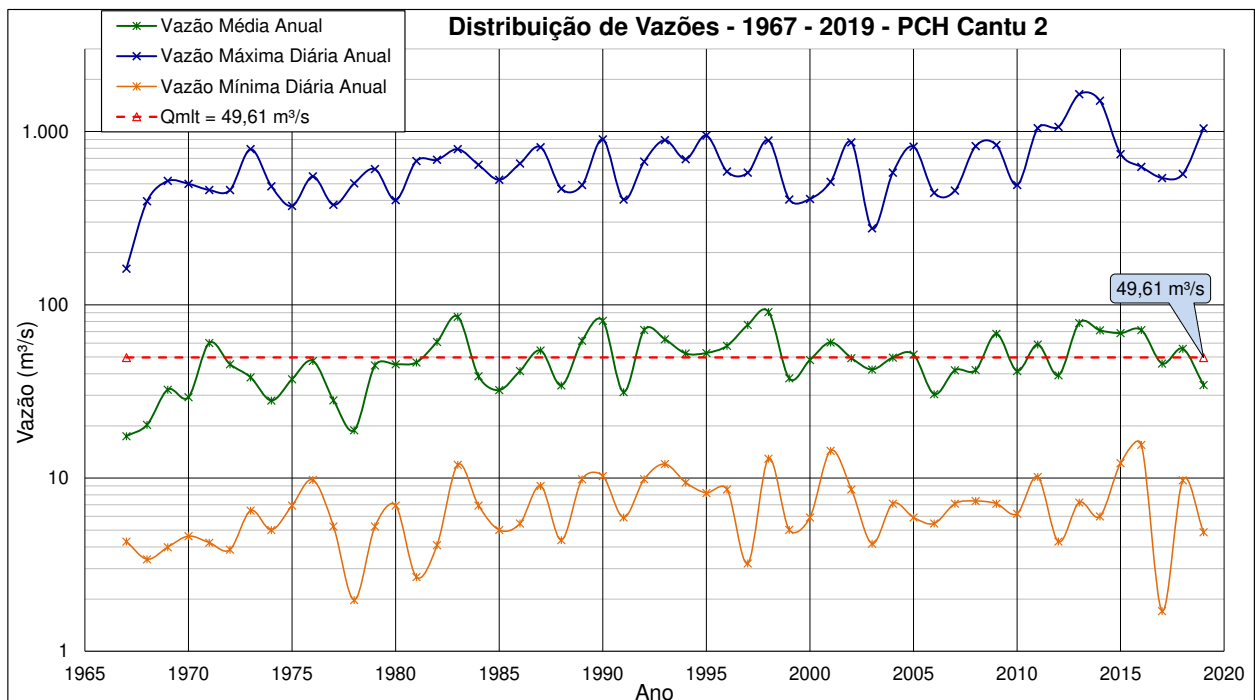


Gráfico 9 – Vazões PCH Cantú 2

3.1.8 Estudo de Cheias – PCH Cantú 2

Com os dados de vazões máximas obtidos nos estudos e indicados na Tabela 15 acima foi possível determinar as vazões de cheias para diversos tempos de recorrência para o local de implantação da PCH Cantú 2 através da análise estatística das vazões máximas anuais pelo método direto. A assimetria da amostra de dados igual a 1,47 indica o uso da Distribuição de Gumbel para a análise dos dados. Os valores característicos da amostra estão indicados na Tabela 17 abaixo. Na mesma tabela está indicado o valor do coeficiente de Fuller, que relaciona a área da bacia hidrográfica para definir o valor de correção para definir o valor de cheia instantânea naquele local da bacia hidrográfica. Para o local da barragem da PCH Cantú 2 a área de drenagem da bacia hidrográfica é de 1.657 km² o que resulta no coeficiente de Fuller igual a 1,281.

Tabela 17 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo

Distribuição Gumbel			
Parametros	Cantu		
Média	587,25	A dren km ²	1.657
Assimetria	0,21		
Desvio Padrão	188,24	Coeficiente Fuller	1,281
alfa	146,83		
mi	478,59		

Na Tabela 18 abaixo estão relacionados os valores de cheia normal e instantânea para os diversos tempos de recorrência, com destaque para o tempo de recorrência de 1.000 anos que é a cheia de dimensionamento do vertedouro da PCH Cantú 2.

Tabela 18 – Vazão Máxima Cheia Normal e Instantânea para diferentes TR – PCH Cantú 2

TR anos	Vazões de Cheia Normal (m ³ /s)	Vazões de Cheia Instant (m ³ /s)
5	816,23	1.045,85
10	977,16	1.252,04
20	1.131,52	1.449,82
50	1.331,33	1.705,83
100	1.481,05	1.897,68
500	1.827,05	2.341,00
1.000	1.975,80	2.531,60
10.000	2.469,67	3.164,39

No Gráfico 10 estão plotadas em escala logarítmica para o eixo x, o tempo de recorrência, e no eixo y, as vazões de cheia normal e as máximas instantâneas obtidas no estudo para os diversos tempos de recorrência.

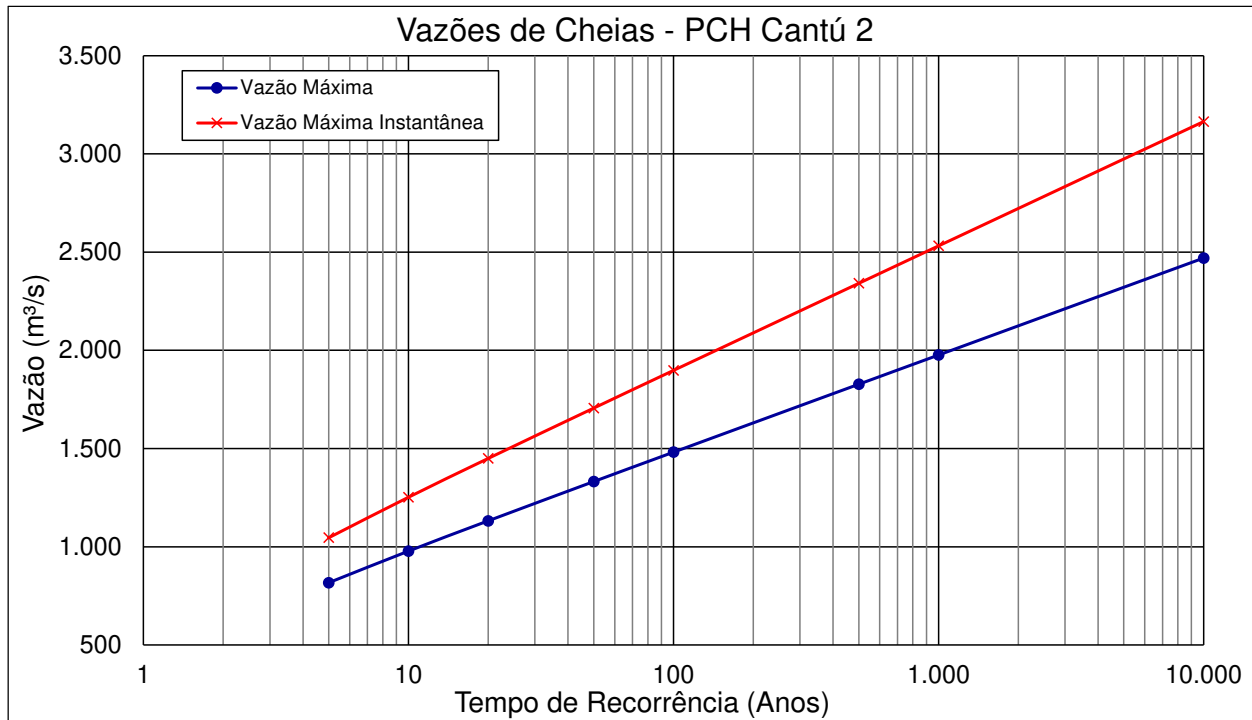


Gráfico 10 – Vazão e Tempo de Recorrência – Normal e Instantâneo

3.1.8.1 Comparação Cheias – RPS e Projeto Básico

Como era de se esperar os valores de cheias para os diversos tempos de recorrência obtidos nos estudos de Revisão Periódica de Segurança resultaram um pouco diferentes dos valores obtidos nos estudos do Projeto Básico da PCH Cantú 2.

Para as cheias com tempo de recorrência de 1.000 anos o valor obtido no RPS resultou em 171,60 m³/s de vazão a mais do que o calculado no projeto básico, ou seja, 7,27% a mais.

Na Tabela 19 abaixo estão os valores obtidos para a cheia instantânea nos diversos tempos de recorrência no estudo atual e os valores obtidos pela Geoenergy no projeto básico. Em ambas as colunas a vazão para o tempo de recorrência de 1.000 anos está em destaque.

Tabela 19 – Vazões de Cheias Instantâneas – RPS e Projeto Básico

TR anos	Vazões de Cheia RPS (m³/s)	Vazões de Cheia Proj Básico(m³/s)
5	1.045,85	1.111,00
10	1.252,04	1.285,00
20	1.449,82	1.451,00
50	1.705,83	1.666,00
100	1.897,68	1.828,00
500	2.341,00	2.200,00
1.000	2.531,60	2.360,00
10.000	3.164,39	2.893,00

O Gráfico 11 apresenta a as linhas com os valores de cheias instantâneas obtidas no RPS e no Projeto Básico onde pode-se observar as diferenças entre as vazões nos dois estudos.

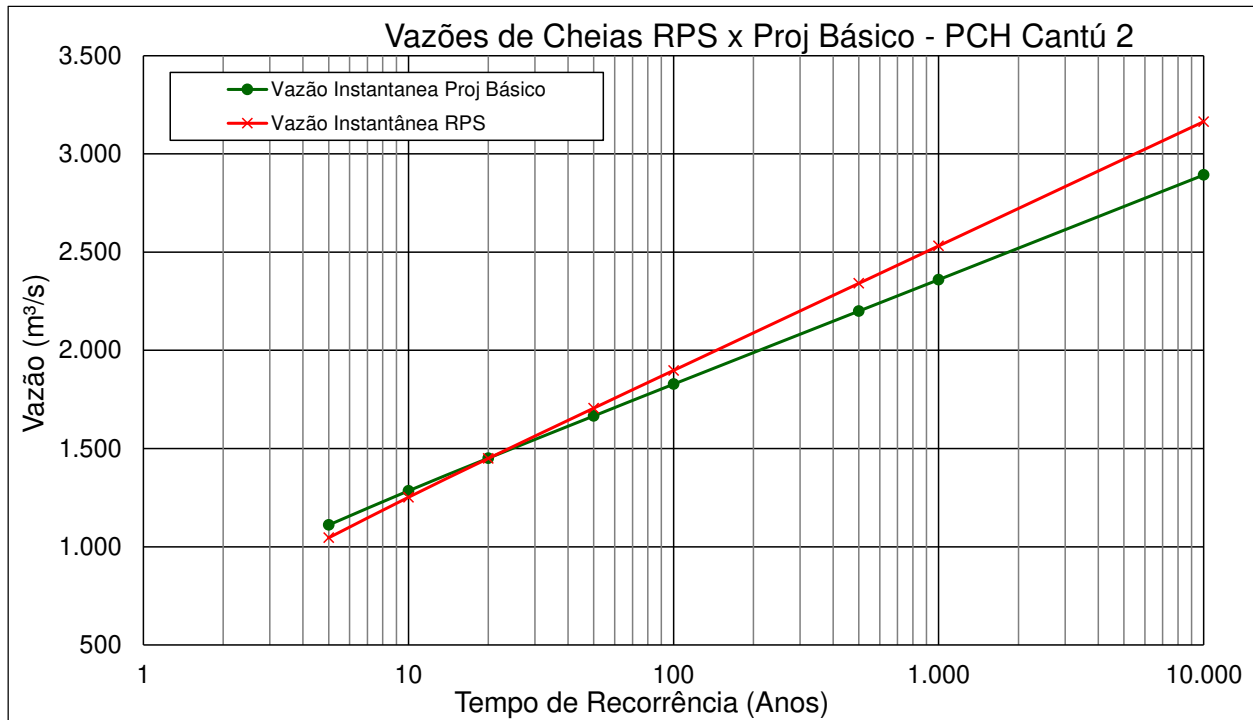


Gráfico 11 – Comparativo Vazões Cheias Instantâneas – RPS e Projeto Básico

3.2 Análise das Estruturas Extravasoras

O projeto como construído da PCH Cantú 2 apresenta o vertedouro de soleira livre com comprimento útil de 82,00 m. A cota da soleira vertente se encontra na elevação 415,00 m. A crista da barragem se encontra na elevação 421,60 m sendo ainda presente na estrutura mureta de proteção em concreto com topo na elevação 422,50 m.

A atualização das vazões de cheia para o local da barragem da PCH indicara a cheia máxima para pico instantâneo de 2.531,60 m³/s para TR de 1.000 anos onde a cota do reservatório chega na elevação 420,70 m resultando em uma carga de 5,70 m sobre a crista do vertedouro e restando 1,80 m de borda livre em relação ao topo da mureta de proteção da barragem. Na Tabela 20 estão indicados os níveis do reservatório para diversas vazões no vertedouro da PCH Cantú 2. Também estão indicados os principais tempos de recorrência, destaque TR 1.000 anos.

Tabela 20 – Curva de Descarga Vertedouro PCH Cantú 2

NA (m)	Q (m/s)	TR (anos)
415,00	0,00	
415,25	18,03	
415,60	69,28	
416,25	218,50	
417,00	461,71	
417,75	770,01	
418,31	1.045,85	5
418,50	1.137,65	
418,70	1.252,04	10
419,05	1.449,82	20
419,25	1.560,79	
419,48	1.705,83	50
419,78	1.897,68	100
420,00	2.037,07	
420,40	2.341,00	500
420,70	2.531,60	1.000
421,00	2.744,97	
421,52	3.164,39	10.000
422,50	3.966,12	

O Gráfico 12 abaixo apresenta a curva de descarga do vertedouro da PCH Cantú 2 com destaque aos níveis do reservatório para o NA máximo maximorum (420,70m), a cota da crista da barragem (421,60 m) e a cota do topo da mureta de concreto de proteção (422,50 m).

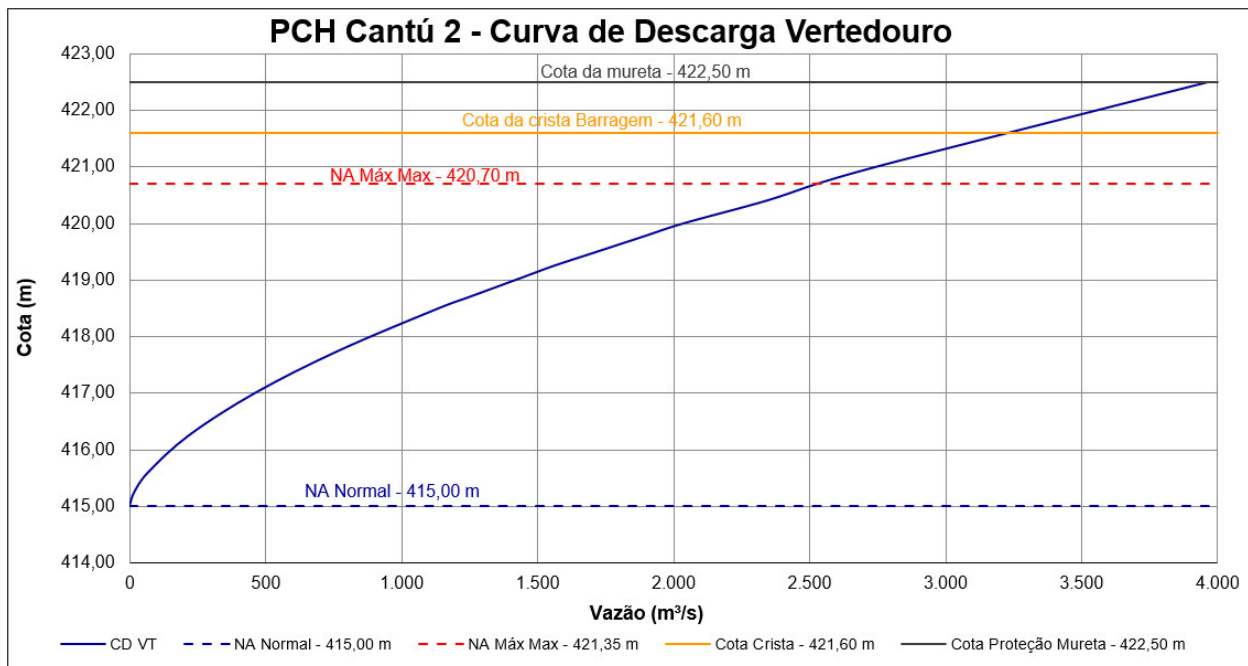


Gráfico 12 – Curva de Descarga Vertedouro – PCH Cantú 2

Concluindo pode-se afirmar que o sistema extravasor da PCH Cantú 2 opera com condições de segurança e com capacidade de vazão de acordo com a atualização das vazões máximas de cheia, inclusive a vazão de cheia decamilenar. Os arquivos de dados e planilhas utilizados para os cálculos da hidrologia estão no Anexo II – Hidrologia.

3.3 Estudos geológicos, geotécnicos e sismológicos

3.3.1 Principais condicionantes geológico-geotécnicos locais

A bacia do rio Cantu está inserida uma região constituída por uma sucessão de derrames basálticos originários de vulcanismo de fissura continental, que apresentam espessuras e extensões consideráveis e que ocorrem de maneira contínua e abrangente em toda região sudoeste do Paraná.

Destaca-se que em quase sua totalidade a ocorrência rochosa observada ao longo do sítio da PCH Cantú 2, pode ser enquadrada como basaltos toleíticos de natureza básica, sendo esta a rocha predominante.

A área abrangendo a barragem/vertedouro e circuito de adução/geração encontra-se inserida no domínio dos derrames de basaltos toleíticos da Formação Serra Geral.

Entre os derrames basálticos estão presentes os basaltos vesículo-amigdaloidais e as brechas basálticas em pacotes também espessos com variações de 20 à 30 m.

Em termos estratigráficos, a região de abrangência do rio Cantu e seus tributários, situam-se inteiramente sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, na unidade litoestratigráfica denominada Grupo São Bento, e inseridos na Formação Serra Geral.

3.4 Investigações Geológicas realizadas no Projeto Básico

Durante os estudos relativos à fase do Projeto Básico da PCH CANTÚ 2 realizados COPEL Geração S.A por intermédio da COPEL AMEC S/C Ltda

Tabela 21 – Campanha de investigação projeto básico (COPEL)

Furo	Localização	Coordenadas		Elevação	Solo (m)	Rocha (m)	Prof. (m)
		Norte	Este				
SR-01	Ombreira Esquerda	7.262.190,22	351.696,18	413,90	1,07	28,88	29,95
SR-02	Barragem M.E.	7.262.192,99	351.601,61	396,45	1,21	28,84	30,05
SR-03	Adufas de Desvio	7.262.197,81	651.444,47	408,59	2,18	27,94	30,12
SR-04	Tomada D'Água	7.262.343,75	351.133,20	414,02	2,25	28,25	30,50
SR-05	Casa de Força	7.262.343,73	350.988,31	402,92	6,75	23,45	30,20
SR-06	Canal de Fuga	7.262.343,23	350.948,63	384,23	3,91	26,14	30,05

3.5 Investigações Geológicas realizadas no Projeto Básico Consolidado

Durante a etapa atual do desenvolvimento do Projeto Básico Consolidado, complementou-se a campanha de investigação existente com a realização de uma nova campanha de sondagens rotativas, de acordo com a tabela de localização apresentada abaixo.

Tabela 22 – Campanha de investigação projeto básico consolidado

Sondagem	Localização	Cotas (m)	Coordenadas		Profundidade Final (m)
			Norte	Este	
SM – 101	Barragem – M. Direita	390,154	7262195,227	351573,870	20,60
SM – 102	Barragem – M. Esquerda	390,828	7262196,242	351448,544	19,91
SM – 103	Canal de Desvio	406,214	7262233,764	351464,325	15,65
SM – 105	Barragem – M. Direita	424,462	7262216,053	351389,061	15,10
SM – 106	Canal Adutor	427,704	7262228,595	351310,679	15,05
SM – 107	Canal Adutor	420,859	7262217,237	351222,887	14,95
SM – 108	Tomada d'água	410,338	7262228,350	351119,522	11,11
SM – 109	Conduto Forçado	410,038	7262231,953	351022,192	30,20
SM – 110	Casa de Força	390,237	7262233,861	350995,375	25,60
SM – 111	Canal de Fuga	377,885	7262233,805	350979,171	10,32
SM – 112	Tomada d'água	409,706	7262183,166	351138,264	10,73
SM – 113	Conduto Forçado	403,831	7262172,123	351093,984	30,17
SM – 114	Casa de Força	389,102	7262165,155	351054,256	25,50
SM – 115	Canal de Fuga	381,481	7262157,829	351026,190	10,12

As investigações geológico-geotécnicas de subsuperfície realizadas detectaram, na área de influência do empreendimento, dois diferentes tipos de litologia sendo eles os basaltos densos e os basaltos vesículo-amigdaloidais/brecha basáltica, sendo possível a identificação de três derramamentos distintos, sendo eles:

Tabela 23 – Identificação dos Derrames Geológicos da PCH CANTÚ 2

DERRAME	LITOLOGIA
B	BASALTO DENSO
BVA	BASALTO VESICULO-AMIGDALOIDAL / BRECHA BASÁLTICA

A partir das investigações realizadas foram elaboradas seções geológicas representativas das condições geológico geotécnicas nas áreas das estruturas civis. Os desenhos de projeto executivo CTU2-E-GEDE-GRL-C18-0018 / 0019 apresentam a planta de localização das sondagens na região do barramento e o perfil geológico correspondente, respectivamente. Os desenhos CTU2-E-GEDE-GRL-C18-0020 / 0021 apresentam a planta de localização das sondagens na região do circuito de adução e o perfil geológico correspondente, respectivamente. Nas Figuras seguintes são sintetizadas as informações referentes as localizações das investigações realizadas bem como os perfis geológicos das áreas do barramento e circuito de adução.

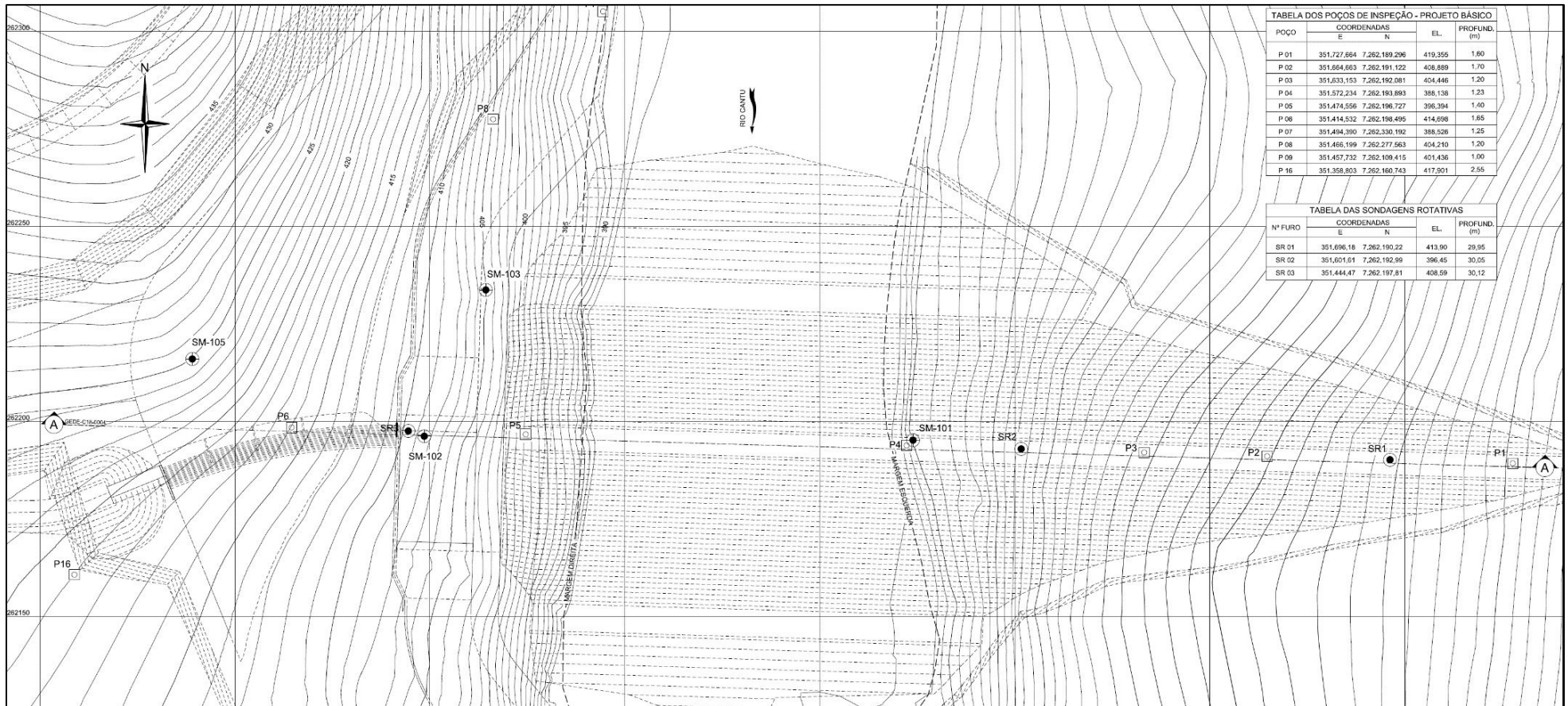


Figura 10 – Planta de localização de sondagem na área do barramento

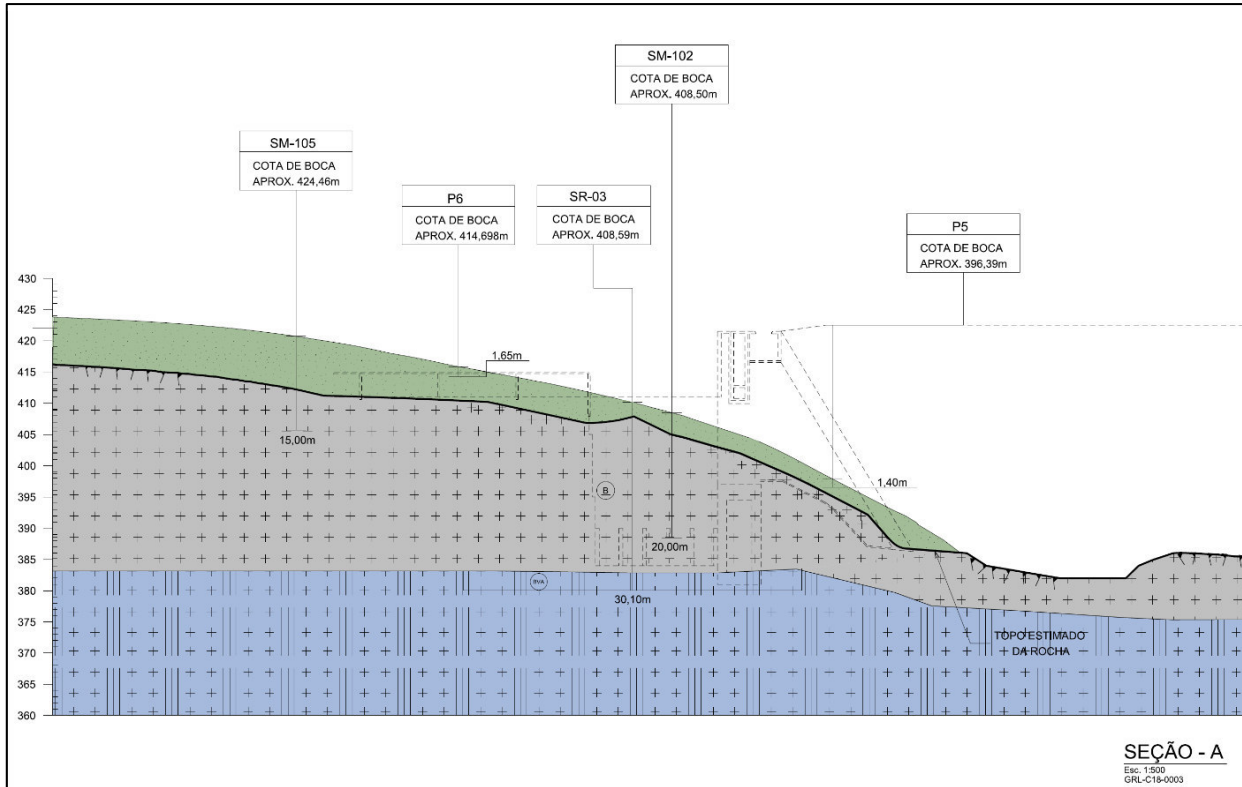


Figura 11 – Perfil geológico-geotécnico da margem direita e leito do rio - Barramento

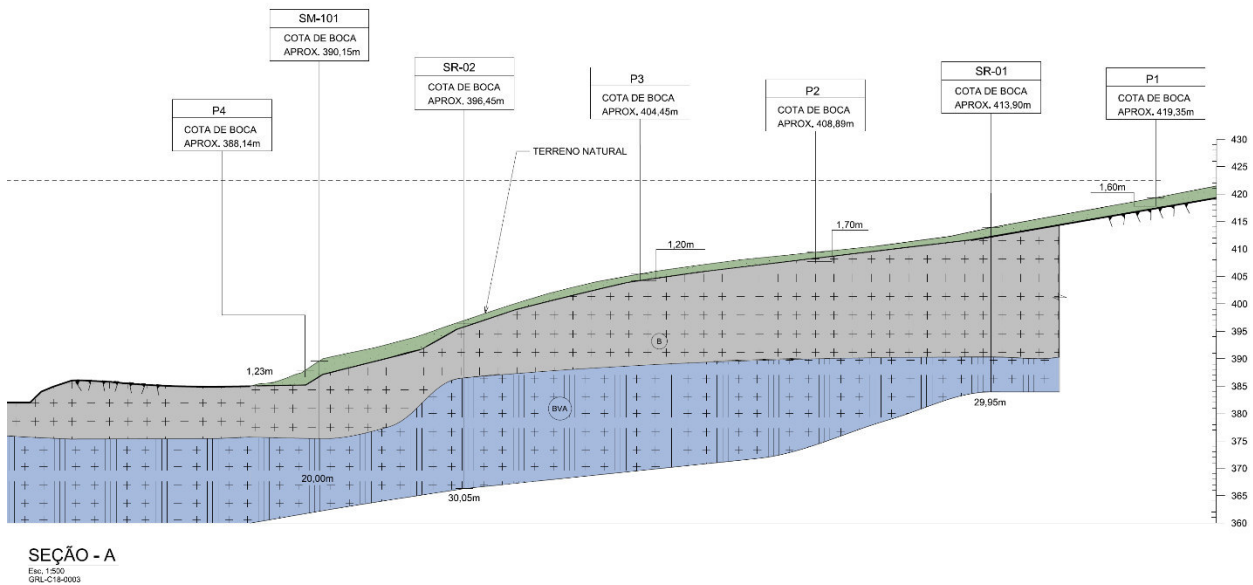


Figura 12 – Perfil geológico-geotécnico da margem esquerda - Barramento

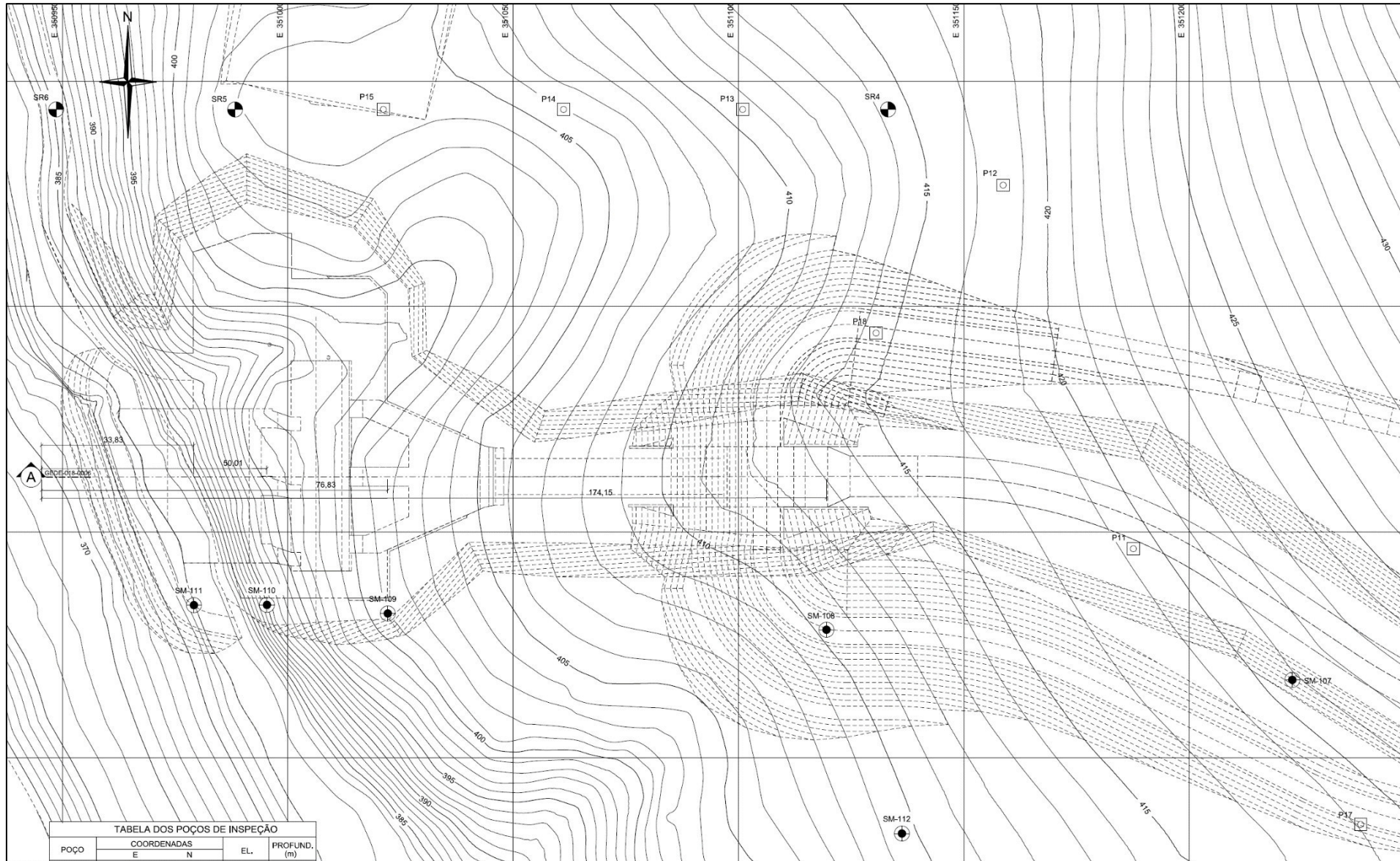


Figura 13 – Planta de localização de sondagem na área do circuito de adução

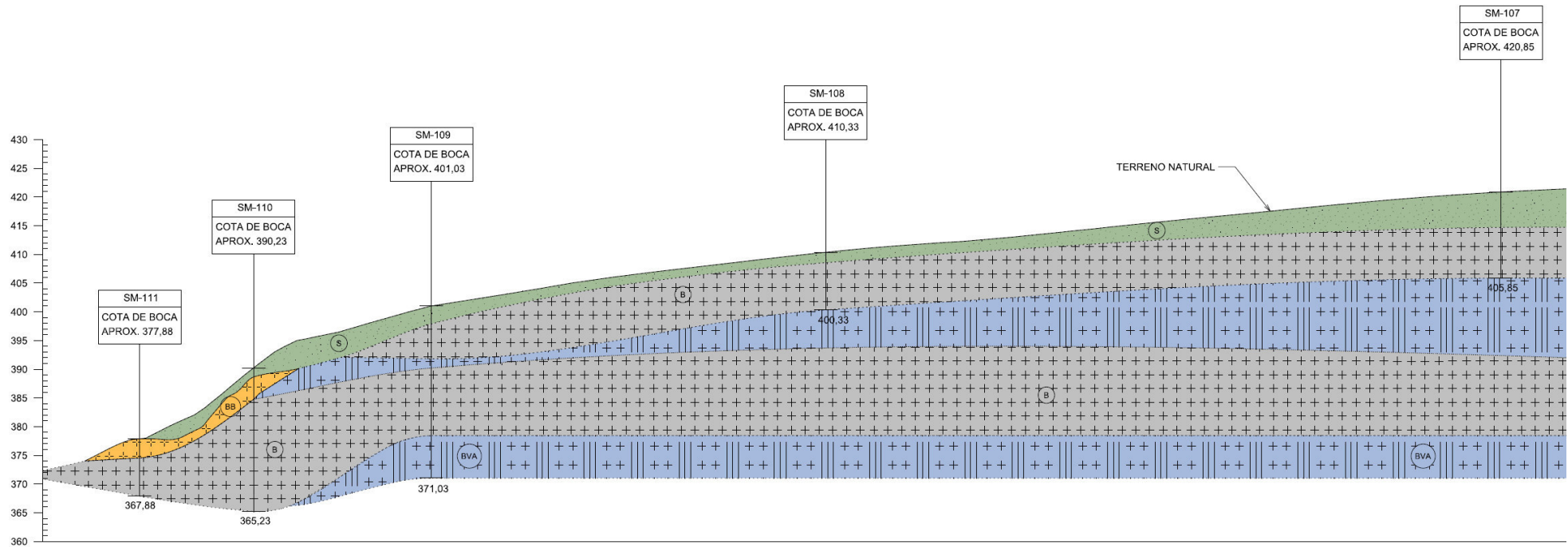


Figura 14 – Perfil geológico-geotécnico ao longo do circuito de adução

3.5.1 Condições de fundação das estruturas do barramento circuito de adução

As condições de fundação das estruturas de concreto, bem como da barragem de enrocamento, se mostram adequadas e concedem condições de suporte seguras às estruturas que compõem o barramento e circuito de adução. A seguir são apresentados os principais aspectos analisados com base nas informações disponíveis:

3.5.1.1 Parâmetros geotécnicos de fundação

A seguir são apresentados os parâmetros geomecânicos considerados para o maciço rochoso de fundação

- Peso específico
 - Basalto denso 28 kN/m³
 - Brecha Basáltica 23 kN/m³
- Parâmetros de resistência para avaliação de estabilidade das estruturas de concreto

CASO	C(Mpa)	ϕ (°)
Contato concreto-rocha	0,25	45

3.5.1.2 Condições de percolação pela fundação

O regime de percolação pela fundação do barramento é condicionado pela carga plena do reservatório atuando imediatamente a montante e pelo nível d'água de jusante controlado pela descarga vertente, portanto, não há presença de dispositivos de alívio de subpressão na fundação da estrutura de concreto, como galeria de desvio.

Com relação aos condicionantes de fluxo pelo maciço de fundação, pode-se destacar o fraturamento da rocha junto à superfície, decorrente dos diversos sistemas de fraturas condicionados pelo **diaclasamento do maciço**.

3.5.1.3 Tratamento de fundação

- Cortina de injeções de impermeabilização

Como medida de controle de percolação pela fundação foi adotada uma cortina de injeção de impermeabilização constituída de furos exploratórios e furos complementares até a ordem quaternária, sendo os furos exploratórios, primários e secundários obrigatórios, sendo obtido um afastamento característico de 6,0 m. O perfil da cortina é apresentado na Figura 15, onde é possível constatar uma profundidade suficiente para contemplar a zona de fraturamento superficial do maciço, assim como possíveis zonas preferenciais de fluxo eventuais identificadas. A cortina é constituída por furos obrigatórios cujo comprimento varia de 5,0 a 10,0m nas ombreiras e 12,0 a 14,0 m no leito do rio, com inclinação de 15 vertical conforme indicado na Figura a seguir:

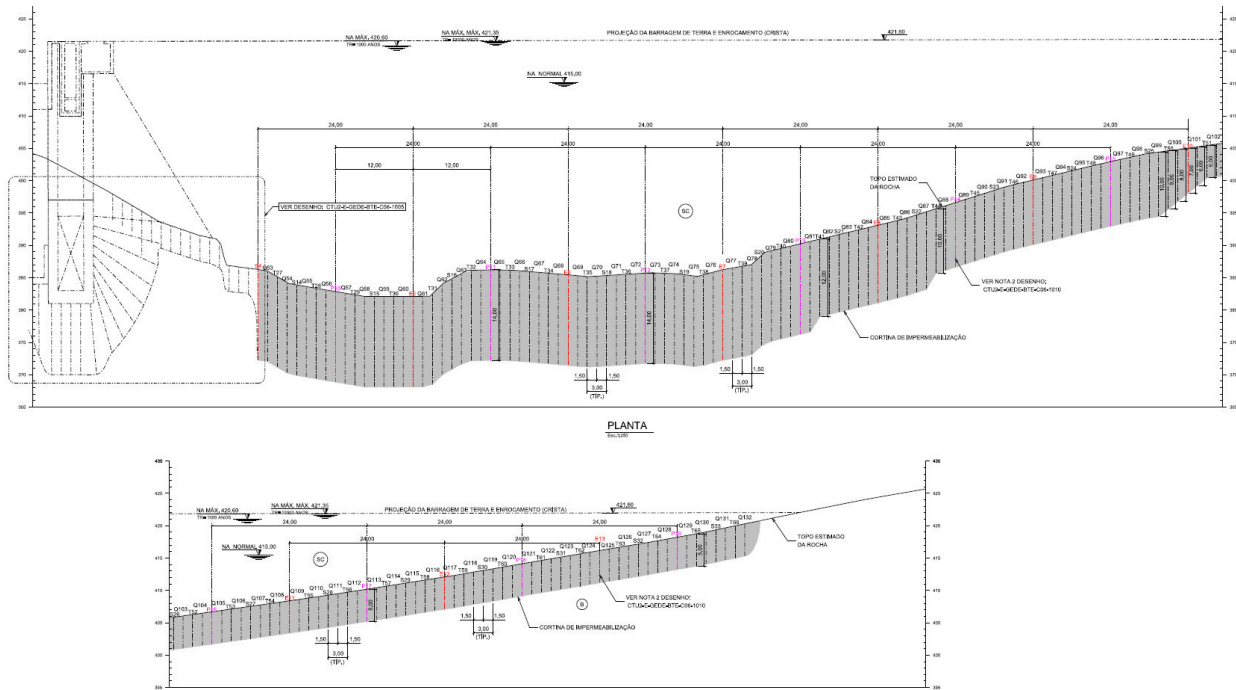


Figura 15 – Cortina de injeções de impermeabilização ao longo do barramento

3.5.2 Taludes de escavação em solo e rocha

As condições de implantação das estruturas associadas aos condicionantes geológico-geotécnicos locais propiciaram um cenário favorável à implantação das escavações. Os taludes escavados na região do barramento, em sua maioria, escavados em zonas de solos residuais de basalto de pouca espessura sobreposto ao maciço de basalto com uma camada de rocha alterada pouco expressiva. O trecho de maior de espessura de solo ocorre na ombreira direita nas proximidades do emboque do canal de adução, da ordem de 5,0 m, adelgaçando em direção ao leito do rio, sendo da ordem de 3,50 m na região do vertedouro e inferior a 2,0 m na região da margem esquerda.

Diferentemente da região do barramento, ao longo do circuito de adução verificou-se uma escavação com altura moderada em solo de alteração para implantação das estruturas, sendo verificada alturas inferiores a 10 m. Na região do canal de adução verificou-se altura média da ordem de 8,0 m em solo e 6,0 m em basalto denso. Na região da casa de força verificou-se taludes de escavação em solo inferiores a 10 m e em rocha da ordem de 25 em taludes provisórios e inferiores a 10 m em talude permanentes. Na região dos condutos forçados as escavações foram predominantemente em solo sendo os taludes inferiores a 10 m de altura, sendo priorizada a exposição do maciço rochoso.

As condições de implantação das escavações em solo foram avaliadas no documento PCH-CT2-E-GEMC-C05-0001, Cálculo De Estabilidade Dos Taludes Escavados Em Solo. De um modo geral os resultados dos cálculos de estabilidade corroboraram com as condições geotécnicas

favoráveis a implantação das escavações, Na Figura a seguir é ilustrada a localização das seções típicas de escavação analisadas:

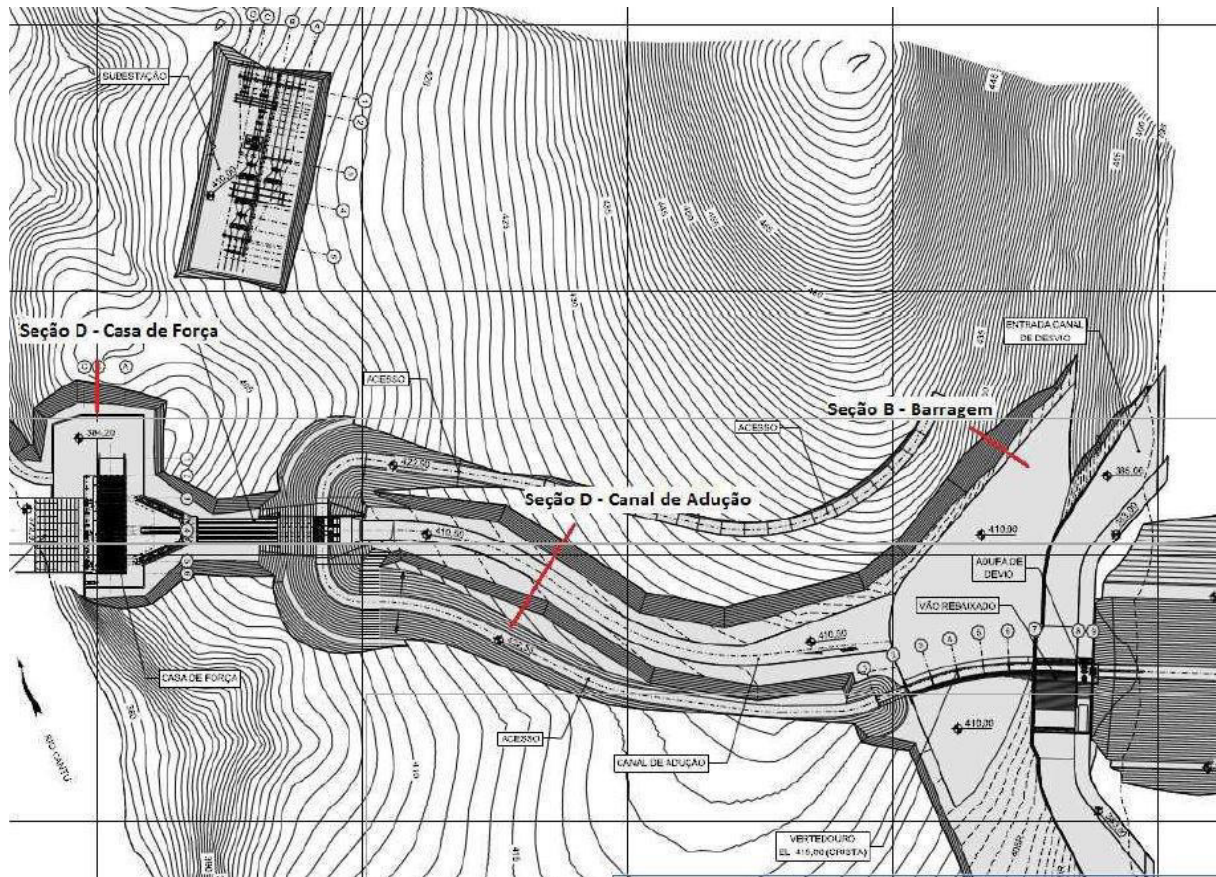


Figura 16 – Planta de localização das seções de escavação em solo típicas empregadas na avaliação de estabilidade de talude escavados em solo (Fonte: CT2-E-GEMC-C05-0001)

Em geral foi considerada manutenção do nível freático reduzido nos taludes em solo, de modo que, em períodos mais úmidos, sendo o nível freático estático considerado no interior do maciço, coincida com o contato solo x rocha. Uma seção típica de escavação na região do canal de adução é ilustrada na Figura a seguir:

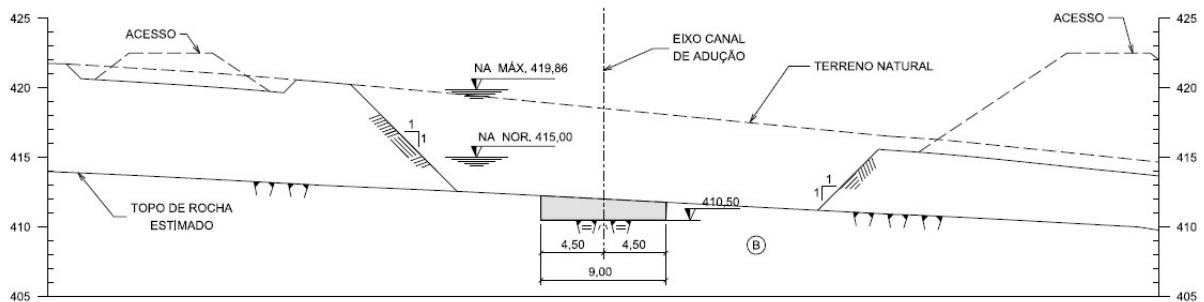


Figura 17 – Seção típica de escavação em rocha e solo ao longo do canal de adução

Também foi avaliada a influência da elevação de nível freático na condição de estabilidade, sendo previsto emprego de drenagem sub-horizontal nos casos em que se verificou fator de segurança insatisfatório na simulação de surgência de água, sendo tal intervenção considerada nos tratamentos típicos de taludes.

3.5.2.1 Parâmetros geotécnicos

Os valores dos parâmetros geotécnicos utilizados nas análises para o solo de alteração de rocha são apresentados no quadro a seguir:

Tipo	Material	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)
1	Solo Argiloso/Siltoso/Arenoso Natural	18	25	24
2	Maciço Rochoso Sã – Basalto	24	40	250

Tabela 01 – Parâmetros Geotécnicos dos Materiais envolvidos nas Análises de Estabilidade

Esses parâmetros foram estimados com base em análises paramétricas, levando em conta a litologia da região bem como, valores de referência disponíveis na bibliografia técnica brasileira.

3.5.2.2 Premissas geométricas

As premissas geométricas para conformação dos taludes de escavação em solo e rocha estão em consonância com os parâmetros geotécnicos adotados.

De um modo geral as escavações em solo e rocha se enquadram nos critérios geométricos indicados a seguir:

- Talude em solo inclinação 1V:1H
- Talude em rocha Vertical

3.5.2.3 Tratamentos típicos

Os tratamentos típicos empregados se apresentam adequados às condições geológico-geotécnicas identificadas. De um modo geral, foram previstos nos taludes em solo: drenagem superficial associada a proteção superficial dos taludes, sendo previsto emprego de drenagem subsuperficial profunda (DHP) nos trechos que indicaram nível freático excessivos as condições de estabilidade. Além disso também foram previstos nos tratamentos típicos emprego de ancoragens passivas e revestimento com concreto projetado e tala metálica. Os detalhes típicos dos tratamentos em solo são apresentados no documento nº CTU2-E-GEDE-GRL-C05-000.

Para os taludes em rocha os tratamentos previstos basicamente empregam o revestimento com concreto projetado da superfície do talude associado ao emprego de barras de ancoragem e drenagem profunda eventual. Para detalhe dos tratamentos típicos em solo e rocha consultar documento nº CTU2-E-GEDE-GRL-C05-0002.

3.5.3 Critérios sísmológicos

A região do sítio da PCH Cantú 2 está compreendida em uma zona historicamente assísmica, conforme pode ser verificado pelos dados IAG-Boletim Sísmico Brasileiro, onde as ocorrências significativas mais próximas ao sítio, menos de 180km de distância, são:

- Maringá (CESP.IAG)-PR (120km), ano de 1998, magnitude do evento 2,1
- LOVAT(IPT) – PR- (130km), ano de 1995, magnitude 2,8
- Imbaú-PR (IAG.COPEL.IPT.UnB) (180km), ano de 1992, magnitude do evento 3,2

Portanto, tendo em vista a baixa sismicidade foram adotadas as premissas de cálculo preconizadas pela Eletrobrás 2003, Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas, sendo adotada análise pseudo-estática na avaliação de estabilidade das estruturas de barramento, empregando acelerações de 0,05 g na direção horizontal e 0,03 g na direção vertical.

Considerações sobre ocorrência de evento sísmico induzido pela formação do reservatório da usina devem ser desconsideradas, face as dimensões do reservatório e as condições geológicas que compreendem o sítio da usina.

3.5.4 Plano de Auscultação Geotécnica

O plano de auscultação da PCH Cantú 2 compreende o monitoramento de recalques no corpo da barragem de enrocamento da margem esquerda, bem como, a variação piezométrica no núcleo argiloso impermeável. Também é previsto o monitoramento de vazões de percolação através da barragem de enrocamento. Plano de Auscultação Geotécnica das Barragens de Enrocamento. Os dispositivos que constituem o atual plano de auscultação são:

- marcos superficiais/medidores magnéticos de recalque – 04 MS's E 04 MM's instalados ao longo do barramento;
- piezômetros – 07 piezômetros instalados no núcleo argiloso da barragem de enrocamento;
- medidores de vazão – é previsto a implantação de um medidor de vazão único a jusante da barragem de enrocamento na margem esquerda, contudo verifica-se a necessidade de ajustes de campo, para que se possa realmente coletar e monitorar o fluxo existente a jusante.

Tais instrumentos são indicados nas Figuras abaixo:

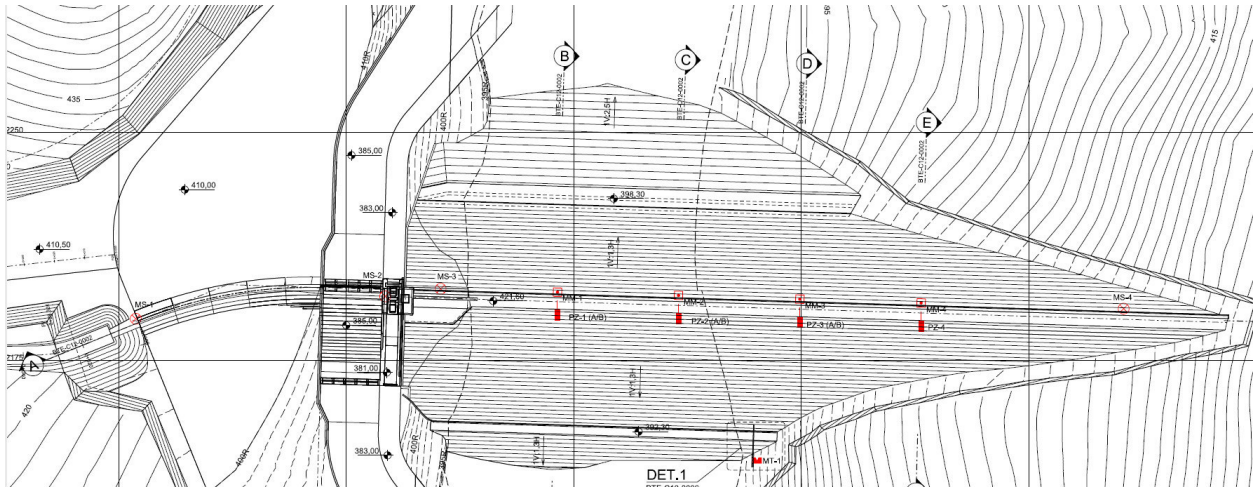


Figura 18 – Planta de localização dos instrumentos instalados na Barragem de Enrocamento da Margem esquerda e estruturas de concreto

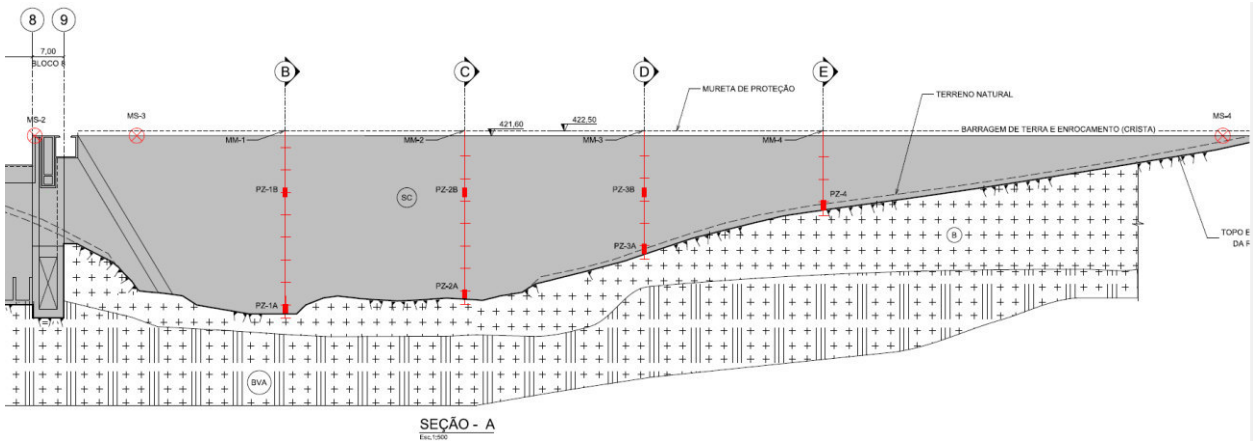


Figura 19 – Seção longitudinal de monitoramento da barragem de enrocamento.

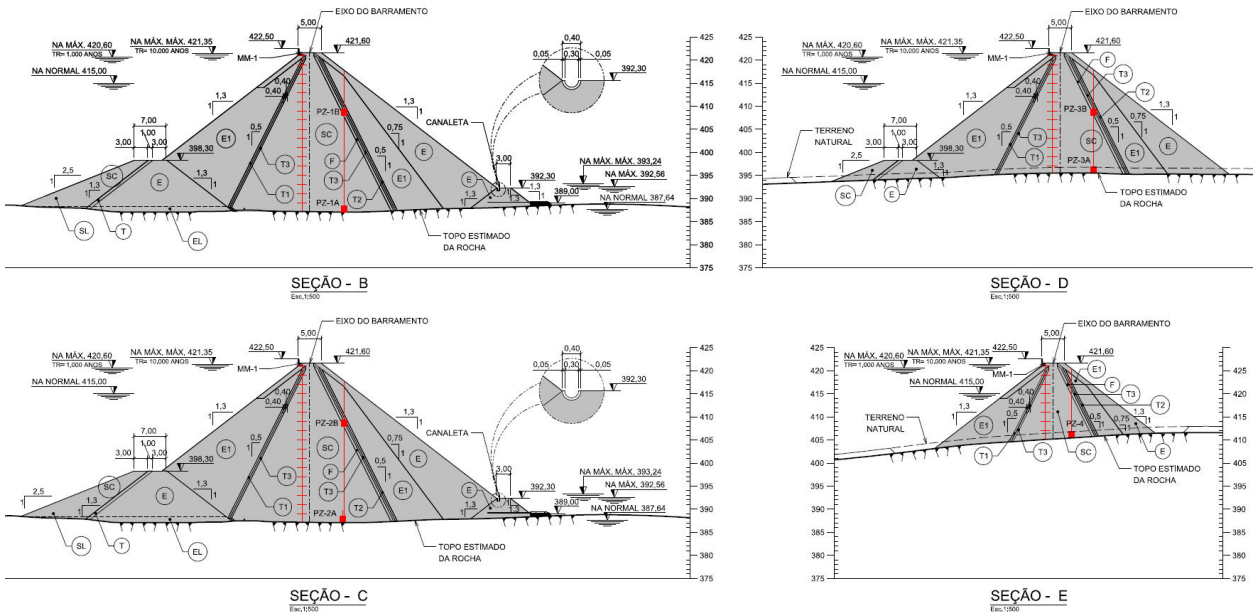


Figura 20 – Seções transversais de monitoramento da barragem de enrocamento

3.5.4.1 Considerações sobre Valores Limites de Referência para Monitoramento

A tabela abaixo apresenta os valores limites de referência do projeto conforme documento nº CTU2-E-GEET-GRL-C00-0006-1.

Tabela 24 – Tabela dos níveis de referência para monitoramento da auscultação da barragem

Instrumento		Nível de advertência		
		Verde (normal)	Amarelo (alerta)	Vermelho (crítico)
Piezômetros da Barragem de Terra e Enrocamento Elevação (m)	PZ-1A	≤ 409,00	Entre 409,00 e 412,00m	≥ 412,00m
	PZ-1B			
	PZ-2A			
	PZ-2B			
	PZ-3A			
	PZ-3B			
	PZ-4	≤ 414,00	Entre 414,00 e 420,00m	≥ 420,00m
Marco Superficial Deslocamento(m)	Referência de nível – Leitura inicial	≤ 0,05m	Entre 0,05 e 0,10 m	≥ 0,10 m
Medidor de Vazão MT Vazão (l/s)	-	≤ 0,08 l/s	Entre 0,08 a 0,2 l/s	≥ 0,2 l/s

Fonte: CTU2-E-GEET-GRL-C00-0006-1 – Especificação Técnica – Instrumentação/Auscultação das Estruturas Civas - GeoEnergy

- **MARCOS SUPERFICIAIS**

Chama-se a atenção para o fato de que o monitoramento de deslocamentos através de marcos superficiais indica maior efetividade durante o período construtivo e até o primeiro ano de operação da usina, quando ocorrem as maiores deformações no maciço da barragem e sua fundação.

A vistoria *in loco* não constatou a presença de trincas ou deslocamentos entre as juntas ao longo da mureta de crista da barragem de enrocamento, portanto, não se verifica comportamento anômalo no maciço da barragem de enrocamento e, portanto, se recomenda manter os valores de referência de monitoramento de projeto. Os valores de referência de projeto são reproduzidos na Tabela 24 apresentada anteriormente.

Por fim, cabe salientar que a leitura dos instrumentos deve ser realizada caso seja verificado comportamento anômalo das estruturas monitoradas.

Entretanto, face a inclinação do talude de jusante associado com o aspecto de presença de finos no enrocamento, conforme será abordado no Item 3.6.1, recomenda-se que seja ampliado o monitoramento de deslocamentos superficiais para o paramento de jusante da barragem. Espera-se com este monitoramento que se obtenha um melhor entendimento do comportamento do maciço de enrocamento ao longo do tempo, e assim poder melhor avaliar o comportamento do enrocamento a médio e longo prazo.

Como proposição para ampliação do monitoramento para o talude de jusante, a princípio, recomenda-se a introdução de faixas verticais pintadas diretamente sobre o enrocamento, com largura de 1,0m. Associado as faixas deverão ser realizados perfis topográficos a cada 02 anos, sendo o espaçamento de medição condicionado ao monitoramento das faixas. A locação das faixas de monitoramento e perfis topográficos são indicados na Figura 21:

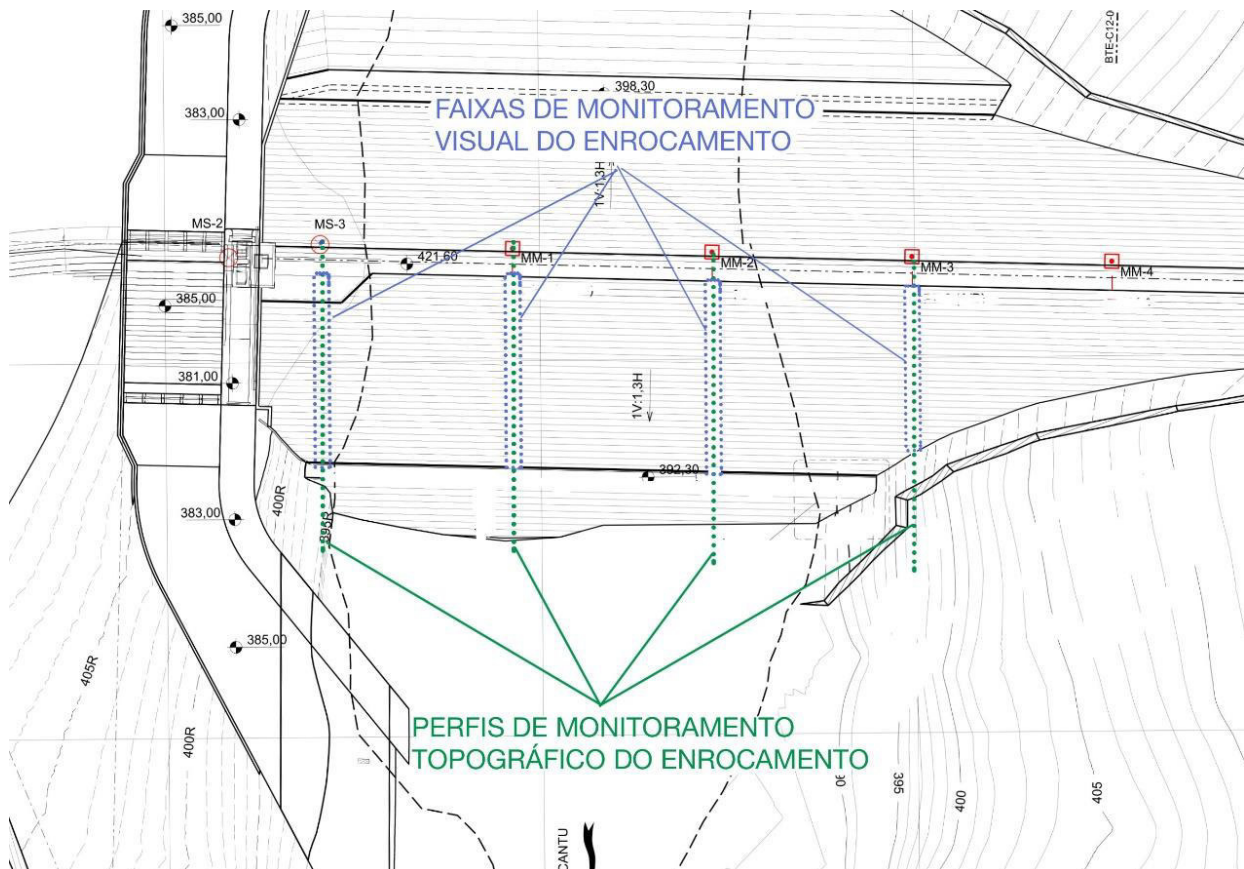


Figura 21 – planta de localização dos marcos superficiais complementares

- **PIEZÔMETROS INSTALADOS NO NÚCLEO ARGILOSO**

O plano de auscultação da barragem de enrocamento contempla o monitoramento da piezometria no núcleo argiloso. Este fato limita a interpretação de uma superfície piezométrica que contemple a região dos espaldares da barragem a partir dos dados piezométricos no núcleo, uma vez que estes são constituídos de material francamente drenante, e com isso impõem uma

descontinuidade na superfície piezométrica, sendo previsto franco rebaixamento na região do espaldar de enrocamento.

Face as considerações acima, pode-se concluir que os valores piezométricos verificados nos piezômetros não são adequados para a **avaliação direta** das condições de estabilidade da barragem. Esta condição pode ser verificada nas análises de estabilidade da barragem, apresentado neste relatório, onde mesmo empregando-se condições severas de fluxo através no núcleo, a estabilidade da barragem não é condicionada pelas poropressões do maciço argiloso, uma vez que o paramento de jusante é francamente drenante.

Para avaliação de desempenho e segurança da barragem, verifica-se maior efetividade na interpretação dos dados piezométricos ao se realizar a análise conjunta com outros dados de monitoramento, como vazões de percolação e deslocamentos superficiais.

Face ao estado atual da usina, onde não foi verificado comportamento anômalo no maciço das barragens de enrocamento, recomenda-se a manutenção dos valores de referência de monitoramento de projeto, empregando-se intervalo entre as leituras de no máximo 30 dias. Os valores de referência de projeto são reproduzidos na Tabela 24 apresentada anteriormente.

- **MEDIDORES DE VAZÃO**

A vazão admissível através da fundação de uma barragem está sujeita a condicionantes geológico-geotécnicos como: permeabilidade característica do aquífero, grau de heterogeneidade dos materiais que constituem o subsolo e grau de persistência de feições geológicas de elevada condutividade hidráulica. Também deve ser levado em consideração a geometria do sistema de drenagem interna, assim como sua capacidade drenante.

Deste modo os condicionantes geológico-geotécnicos são de difícil caracterização in situ, tendo em vista a limitação dos recursos disponíveis para investigação de campo. Este fato limita significativamente o sucesso da determinação de vazão de percolação, principalmente se forem empregados métodos teóricos de cálculo sofisticados, uma vez que erros da ordem de 10 vezes na determinação da permeabilidade do aquífero são tidos como aceitáveis. Assim poder-se afirmar que a vazão de percolação é uma variável de difícil determinação teórica.

Assim, como boa prática de engenharia, é aconselhável obter os valores de referência para o monitoramento de vazão de percolação, a partir de valores observados em obras similares, que já se encontram em operação. Contudo, a previsão teórica de vazão pode ser feita com o objetivo de obter uma expectativa inicial da magnitude do regime percolação.

Na Tabela 25 são apresentados um total de 34 casos de barragens brasileiras de terra ou enrocamento, sendo indicadas as vazões específicas de percolação de cada uma delas. Este estudo foi realizado por Silveira, J.F.A. (2006), de onde ele pôde obter experiências reais, que permitiram estabelecer o critério de classificação do regime de percolação nas barragens de terra ou enrocamento (convencional) em termos de vazão específica de drenagem.

Com base nas observações de Silveira, J.F.A. (2006), verifica-se que valores de vazão específica de até 5,0 l/min/m podem ser considerados normais, podendo geralmente ser aceitos sem a realização de tratamentos especiais. Os casos de vazões superiores a 5,0 l/min/m devem ser avaliados de forma cuidadosa, a fim de se verificar se há necessidade, ou não, de realização de tratamentos para a redução das infiltrações.

Tabela 25 – Vazões de drenagem através de 34 barragens brasileiras de terra-enrocamento (Silveira, 2006)

Barragem	Altura máxima (m)	Comprimento (m)	Solo de fundação	Vazão total (l/min)	Vazão específica (l/min/m)
Marimbondo	25	620	Solos coluvionares e residuais de basalto	120	0,2
Água Vermelha (OD)	48	1.880	Solos coluvionares e residuais de basalto	1.500	0,8
Água Vermelha (OE)	28	150	Lava aglomerática (k = 10cm/s)	2.300	12,8
Jacarei (Sabesp)	60	1.200	Solos residuais de gnaiss	480	0,4
Jaguari (Sabesp)	60	680	Solos residuais de gnaiss	134	0,2
Paiva Castro (Juqueri)	17	210	Argilas e areais aluvionares e residuais	510	2,4
Águas Claras	20	120	Solos residuais de granitos e xistos	480	4,0
Capivari/Cachoeira	56	620	Solos residuais de granitos e gnaisses	630	2,0
Atibainha	35	440	Solos residuais de biotita-gnaiss	1.050	2,4
Cachoeira	28	310	Solos residuais de biotita-gnaiss	450	1,5
Jaguari (CESP)	74	400	Solos residuais de gnaiss	360	0,9
Dique Jaguari (CESP)	45	195	Solos residuais de gnaiss	270	1,4
Paraibuna	40	600	Solos residuais de biotita-gnaiss	18	0,03
Dique de Paraibuna	40	600	Solos residuais de biotita-gnaiss	90	0,15
Saracuruna	34	140	Solos residuais de migmatito	1 180–460 (*)	8,4–3,3
Três Irmãos (OD)	82	1.130	Solos coluvionares e residuais de basalto	2112	1,9
Três Irmãos (OE)	60	1.460	Solos coluvionares e residuais de basalto	15.000 (**)	10,3
Canoas I	18	160	Solos residuais e basalto muito alterado	546	3,4
Itaipu (OD)	25	870	Solos coluvionares e residuais de basalto	1.560	1,79
Itaipu (OE)	30	2.050	Solos coluvionares e residuais de basalto	2.890	1,41
Dique 1 de Itá	35	560	Solos coluvionares e residuais de basalto	710	1,3
Boa Esperança (OD)	55	1.160	Solos coluvionares e residuais diabásio	290	0,2
Boa Esperança (OE)	55	1.360	Solos coluvionares e residuais diabásio	1.062	0,8
Mosquito	30	760	Solos residuais de gnaiss e anfíbolito	250	0,3
Dique 1 de Xingó	30	250	Solos residuais de granito-gnaiss	36	0,14
Dique 2 de Xingó	30	550	Solos residuais de granito-gnaiss	57	0,10
Dique 3 de Xingó	35	200	Solos residuais de granito-gnaiss	42	0,21
Dique 4 de Xingó	35	050	Solos residuais de granito-gnaiss	790	0,75
Cana Brava (OD)	41	400	Quartzomiacaxistos e gnaisses facoidais	149,82	0,42
Cana Brava (OE)	65	303	Quartzomiacaxistos e gnaisses facoidais	166,80	1,13
Dique 1 de Cana Brava	22	290	Quartzomiacaxistos e gnaisses facoidais	146,40	0,51
Dique 2 de Cana Brava	25	820	Quartzomiacaxistos e gnaisses facoidais	436,20	0,53
Bananal	24	350	Solos residuais de quartzomiacaxisto	430	1,2
Samambaia	26,5	300	Solos residuais de granitos e gnaisses	72	0,2

Sob a luz das considerações apresentadas acima, é proposto que para o monitoramento da vazão de percolação através da barragem junto a ombreira esquerda, seja empregado um critério mais próximo da experiência de outras obras similares.

Assim, na ombreira esquerda do barramento verifica-se a necessidade de instalação de um medidor de vazão, visando captar e monitorar o fluxo que afluir do offset da barragem de enrocamento que atualmente não é monitorado.

Para determinação dos valores limites para o MV, foram adotados os seguintes valores de referência para vazão de percolação específica (q):

- Vazão específica aceitável – 5 litros/min/m;
- Vazão específica excessiva – 10 litros/min/m.

Para a determinação dos valores limites de monitoramento das vazões dos medidores de vazão, obtêm-se os respectivos valores de vazão Q, correspondente ao trecho correspondente da

barragem de barragem L, pertinente ao a medidor de vazão conforme apresentado a seguir, sendo:

Q =Vazão de percolação a ser medida no MV

q =Vazão específica de referência

L =Extensão linear da barragem correspondente à área de contribuição

Onde:

$$Q = q \times L$$

Para os valores de:

$L = 160,00$ m, conforme indicado na Figura 22 a seguir:

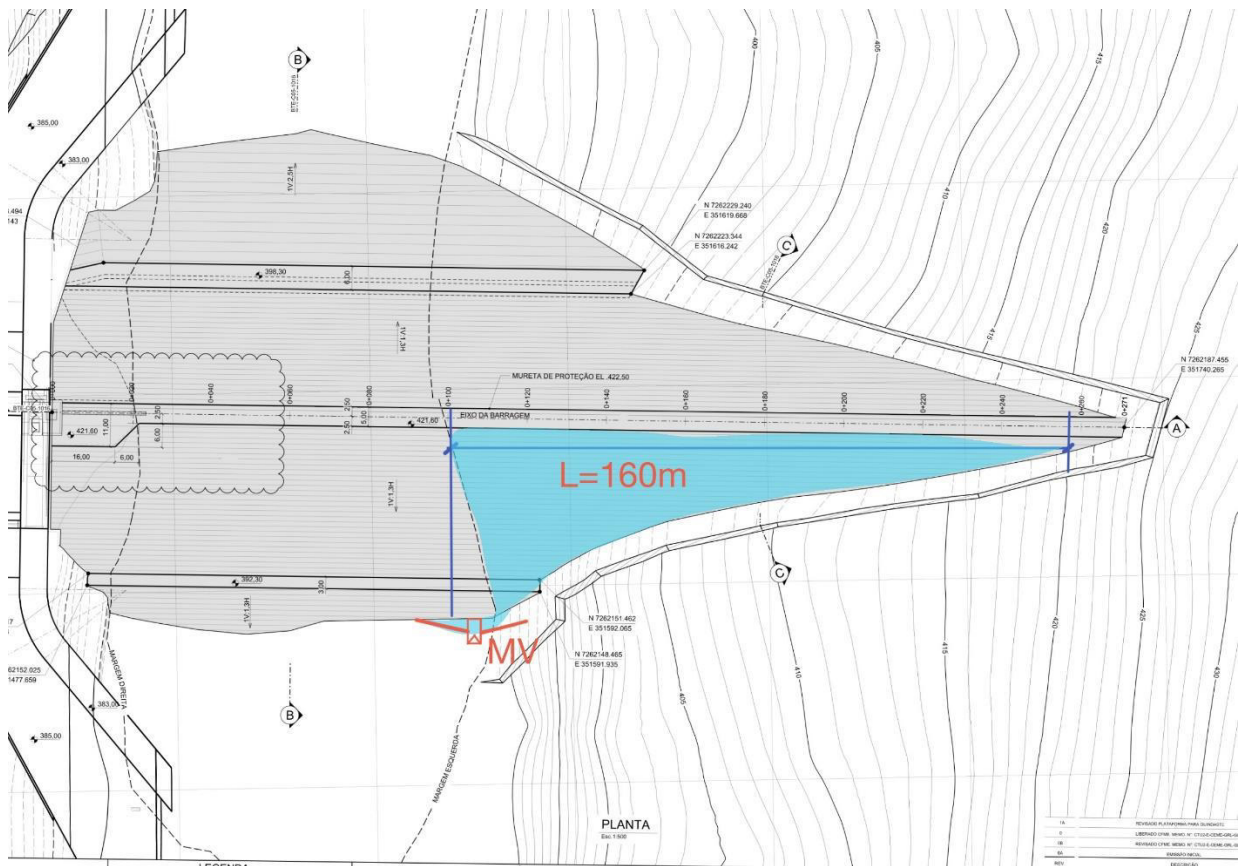


Figura 22 – Locação dos medidores de vazão com seus respectivos seguimentos de contribuição de barragem

Assim, obtemos os valores de limites de vazão para o MV apresentados na Tabela a seguir:

Tabela 26 – Valores de referência para monitoramento dos medidores de vazão

TABELA RESUMO DOS VALORES LIMITES DOS MV's					
INSTRUMENTO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO(m)	VALORES LIMITES DE VAZÃO		
			NORMAL	ATENÇÃO	ALERTA
MV			Q (l/s)	Q (l/s)	Q (l/s)
OMB. ESQ.	BARRAGEM	160	<13	13<Q<26	>26

- Medidores de Nível de água

No ISR de 2020 foi recomendado a instalação de dois medidores de nível de água conforme instrução do Anexo IV.

3.6 Segurança e Verificação da Estabilidade do Barramento

3.6.1 Verificação de Estabilidade da barragem de enrocamento

Neste Item serão verificadas as condições de estabilidade da barragem levando-se em consideração os regimes de operação prescritos no plano de monitoramento desta estrutura.

Para a elaboração deste capítulo foram utilizados os documentos do Projeto Executivo elaborados para a fase de implantação da PCH Cantú 2. Os documentos do projeto "Como Construído", imprescindíveis para a verificação da situação real quando da implantação das estruturas, também foram disponibilizados.

Além da avaliação das estruturas civis por meio da inspeção realizada em campo, uma análise dos documentos do Projeto Executivo foi realizada com o objetivo de avaliar a segurança das estruturas com relação à estabilidade global da barragem, bem como o seu dimensionamento com relação aos critérios de projeto e normas técnicas. Cabe salientar que toda a análise foi desenvolvida com base nos dados disponíveis na ocasião de projeto, pois não foram gerados novos dados referentes as propriedades geotécnicas dos materiais de fundação e do maciço da barragem.

Ao término da apresentação das considerações técnicas pertinentes à análise técnica da atual memória de cálculo de estabilidade da barragem, documento nº PCH-CT2-E-BPMC-C05-0001-0A, realizado no projeto executivo, serão apresentadas nossas conclusões quanto a validação dos estudos realizados e efetuadas as recomendações julgadas pertinentes para adequação face as impressões obtidas pela PROSENGE com base na inspeção de campo e análise documental do acervo técnico disponível.

3.6.1.1 Seção de Análise Adotada

Para análise de estabilidade foi considerada como representativa da condição mais crítica da barragem a seção BB indicada no desenho de projeto CTU2-E-GEDE-BTE-C05-1016. Tal seção é ilustrada nas Figuras a seguir, bem como a legenda de materiais que a compõem:

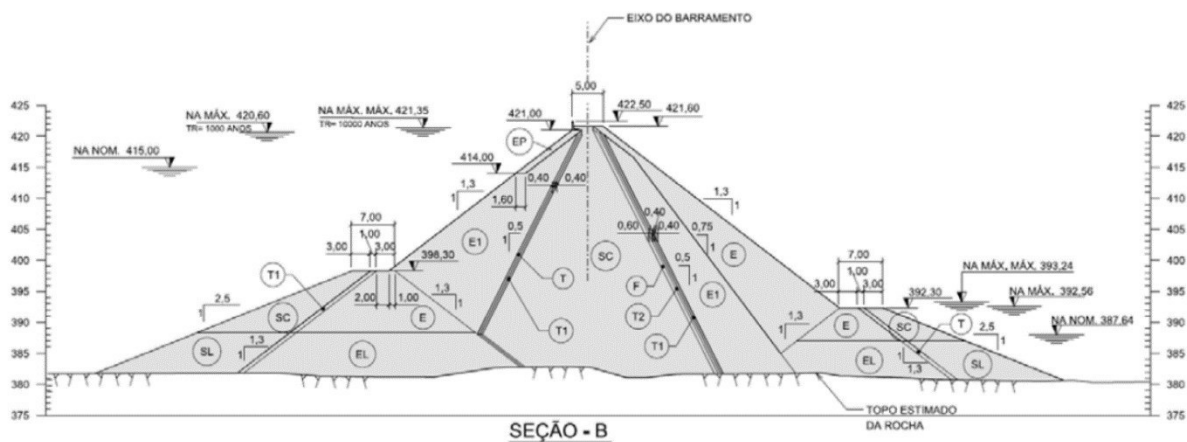


Figura 23 – Seção representativa do estudo de estabilidade a barragem

TABELA DE MATERIAIS			
TIPO	MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	MÉTODO DE LANÇAMENTO E COMPACTAÇÃO
(E)	ENROCAMENTO	ENROCAMENTO DE ROCHA SÃ Ø<800mm	COMPACTADO EM CAMADAS DE 0,80m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLO COMPACTADOR LISO COM 6 PASSADAS (MÍN.)
(E1)	ENROCAMENTO	ENROCAMENTO DE ROCHA SÃ Ø<600mm	COMPACTADO EM CAMADAS DE 0,60m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLO COMPACTADOR LISO COM 6 PASSADAS (MÍN.)
(EP)	ENROCAMENTO DE PROTEÇÃO	ENROCAMENTO DE ROCHA SÃ D ₅₀ = 800mm	COMPACTADO EM CAMADAS DE 0,80m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLO COMPACTADOR LISO (9t) COM 6 PASSADAS (MÍN.)
(EL)	ENROCAMENTO LANÇADO	ENROCAMENTO DE ROCHA SÃ Ø<1000mm	LANÇADO ABAIXO DO NÍVEL D'ÁGUA
(T)	TRANSIÇÃO	ROCHA SÃ Ø<200mm	LANÇADO ABAIXO DO N.A. E COMPACTADO C/ TRÁFEGO DE ROLO COMPACTADO LISO DE (9t) COM 6 PASSADAS (MÍN.) EM CAMADAS DE 0,40m
(T1)	TRANSIÇÃO	ROCHA SÃ Ø4,75 A 25mm (BRITA 1)	COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO LISO EM CAMADAS DE 0,30 m OU COM EQUIPAMENTO MANUAL EM CAMADAS DE 0,15 m
(T2)	TRANSIÇÃO	ROCHA SÃ Ø<12,5mm (PEDRISCO)	COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO LISO EM CAMADAS DE 0,30 m OU COM EQUIPAMENTO MANUAL EM CAMADAS DE 0,15 m
(F)	FILTRO	AREIA NATURAL OU ARTIFICIAL	COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO LISO EM CAMADAS DE 0,30 m OU COM EQUIPAMENTO MANUAL EM CAMADAS DE 0,15 m
(SC)	SOLO COMPACTADO ARGILOSO/SILTOSO	SOLO RESIDUAL /SAPROLÍTICO	COMPACTADO EM CAMADAS ENTRE 0,15m A 0,20m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLOS PE DE CARNEIRO OU TAMPING, COM GRAU DE COMPACTAÇÃO ENTRE 98% A 100% DO PROCTOR NORMAL
(SL)	SOLO LANÇADO	SOLO RESIDUAL /SAPROLÍTICO	LANÇADO ABAIXO DO NÍVEL D'ÁGUA

Figura 24 – Legenda de materiais que constituem a seção de análise de estabilidade da barragem de enrocamento

3.6.1.2 Parâmetros Geotécnicos Empregados nas Análises

Nos estudos de estabilidade de talude da barragem de enrocamento, foram adotados parâmetros geotécnicos conforme constantes no documento PCH-CT2-E-BPMC-C05-0001-0A. Os parâmetros de resistência e permeabilidade utilizados nas análises estão listados na Tabela a seguir.

Tabela 27 – Parâmetros de resistência e permeabilidade

Material	Peso específico (KN/m³)	Coesão (KPa)	Ângulo de atrito	K (cm/s)
1-Solo Argiloso Compactado (SC)	18	23	28º	1x10 ⁻⁶
2-Filtro (F)	18	5	35º	1x10 ⁻²
3-Transição (T)	20	0	35º	1x10 ⁻³
4-Enrocamento (E)	21	0	42º	1x10 ⁻¹
7-Macizo Rochoso - Basalto (G)	25	500	45º	1x10 ⁻⁵
8- Brita (B) – T1	20	0	40º	1x10 ⁻¹
9 – Pedrisco (P) – T2	19	0	38º	1x10 ⁻²

3.6.1.3 Metodologia de Cálculo Estabilidade

As análises de estabilidade serão realizadas em termos de tensões efetivas considerando-se superfícies potenciais de ruptura circulares e não circulares. Os métodos de cálculo empregados nas análises são baseados na Teoria de Equilíbrio Limite. São eles: Bishop Simplificado, Janbu Modificado e Morgenster-Price. Para auxiliar nas análises será empregado o programa computacional Slope/W desenvolvido pela GEO-SLOPE International Ltda.

Os regimes de operação da barragem serão introduzidos individualmente nas análises de estabilidade, através dos valores de poropressão correspondes a cada regime. Tais valores serão obtidos a partir do traçado de rede de fluxo estacionárias.

As redes de fluxo correspondentes aos regimes de operação da barragem foram obtidas através de modelagem de elementos finitos, sendo as análises numéricas realizadas com o auxílio do programa SEEP/W, também desenvolvido pela GEO-SLOPE International Ltda.

3.6.1.4 Casos de carregamento e Fatores de segurança

As condições de carregamento e seus respectivos fatores de segurança mínimos prescritos conforme Critérios de Projeto Civil da Eletrobrás estão sintetizados na Tabela a seguir:

Tabela 28 – Fatores de Segurança Admissíveis Considerados nas Análises de Estabilidade

CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO		FS _{adm.}
Regime de Operação Permanente	N.a. max. Normal 415,0m	1,50
Rebaixamento Rápido	Deplecionamento entre Els. 420,60 e 415,0m (Montante)	1,30
Final de Construção	N.A. MAX. NORMAL	1,30
Regime de Operação excepcional	N.A.max. max. 420,6m	1,30

3.6.1.5 Análises de Realizadas e Fatores de segurança obtidos

A seguir são apresentadas as análises de percolação e estabilidade de taludes realizadas para as condições de carregamento apresentadas no Item 3.6.1.4.

Tabela 29 – Resumo das análises realizadas

<p>Operação excepcional – montante – FS=1,93</p>	<p>Operação permanente – montante – FS=1,81</p>
<p>Final de Construção – montante - FS=1,68</p>	<p>Rebaixo Rápido- montante – FS=1,53</p>
<p>Operação excepcional – jusante – FS=1,36</p>	<p>Operação permanente – jusante – FS=1,55</p>
	<p>Final de Construção – jusante - FS=1,59</p>

Os valores dos fatores de segurança obtidos nas análises realizadas são apresentados na Tabela a seguir.

Tabela 30 – Valores dos fatores de segurança obtidos na estabilidade

CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO	TALUDE	FS calc.	FS _{adm.}	Situação
Regime de Operação excepcional	Montante	1,93	1,30	Ok
Regime de Operação Permanente		1,81	1,50	Ok
Final de Construção		1,68	1,30	Ok
Rebaixamento Rápido		1,53	1,30	Ok
Regime de Operação excepcional	Jusante	1,36	1,3	Ok
Regime de Operação Permanente		1,55	1,5	Ok
Final de Construção		1,59	1,3	Ok

3.6.1.6 Considerações complementares ao estudo atual de estabilidade

Com base na análise do atual estudo de estabilidade pode-se concluir que as premissas de projeto adotadas são adequadas e atendem as prescrições de norma técnicas vigentes.

Contudo não foi encontrada menção técnica quanto a possibilidade de formações de superfícies rasas de escorregamento junto ao paramento de enrocamento, tendo em conta a geometria do talude com inclinação acima do usual para o tipo de barramento e material utilizado.

Na ausência de uma menção técnica quanto a verificação de surgimento de superfície de escorregamento no paramento de enrocamento, optou-se por adotar uma análise mais expedita para avaliação do comportamento do paramento de jusante considerando a inclinação do talude x ângulo de atrito do enrocamento, sendo obtido o fator de segurança a deslizamento da relação entre estas variáveis conforme indicado na equação a seguir:

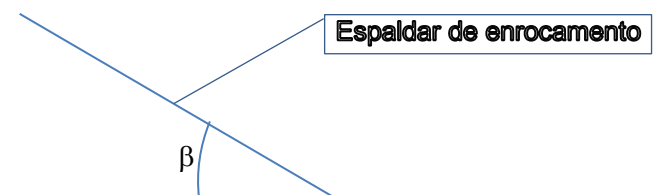
$$FS = \frac{tg(\phi)}{tg(\beta)}$$

Sendo,

ϕ = ângulo de atrito do enrocamento;

β = ângulo do paramento em relação a horizontal

FS = fator de segurança ao deslizamento



Assim, considerando FS=1,5 e $\beta=37,6^\circ$, sendo considerado a inclinação de 1,3 H: 1 V, temos:

$\phi = 49^\circ$, sendo este o ângulo de atrito do enrocamento necessário para o FS=1,5.

Deste modo podemos verificar que o parâmetro de atrito do enrocamento considerado no projeto estaria abaixo do mínimo necessário para assegurar fatores de segurança maiores que 1,5, para superfícies rasas de escorregamento no paramento, se considerado o valor de $\phi=42^\circ$ de projeto. Entretanto, dado ao conhecimento técnico atual, conforme prescrito por LEPS (1970), onde postula-se que a resistência ao cisalhamento do enrocamento, expressa por seu ângulo de atrito, varia acentuadamente em função da pressão normal, sendo alto em baixas pressões e substancialmente menores à medida que as pressões normais aumentam, pode-se considerar

valores de ângulos de atritos bem superiores a 42° junto ao paramento. Para zonas com pressões normais inferiores a cerca de 75 KPa, pode-se esperar uma média para ϕ em torno de 50°, se for empregado enrocamento de boa qualidade e sem excesso de finos.

Com isso, seria possível concluir que o valor de $\phi = 49^\circ$ obtido preliminarmente estaria adequado para assegurar condições estabilidade face a ocorrência de superfícies rasas de escorregamento, desde que o enrocamento apresente aspectos de ausência de presença excessiva de finos e grau adequado de sanidade.

3.6.1.7 Conclusões quanto ao Estado Atual de Estabilidade da Barragem

Com base nos resultados obtidos nas análises de estabilidade, pode-se concluir que as premissas de projeto foram atendidas, e com isso atestar que a barragem é estável com relação a possibilidade de uma ruptura global.

Contudo, tendo em conta a geometria da barragem que compreende uma inclinação de 1,3H:1V para os espaldares de enrocamento, chama-se a atenção para a necessidade de se avaliar a tendência de formação de superfícies rasas de escorregamento paralelas a superfície do paramento da barragem, a fim de que se possa melhor concluir sobre a necessidade de contingenciamento de recursos para manutenção da geometria do talude de jusante para médio e longo prazo, dada ao efeito de desprendimento de blocos.

Assim recomenda-se que se complemente o estudo atual de estabilidade da barragem e passe a incluir a avaliação da ocorrência de superfícies rasas de escorregamento, a partir da consideração de parâmetros de resistência ao cisalhamento compatíveis com as características geomecânicas e geotécnicas do enrocamento. Nesta etapa é recomendado que seja feita a tentativa de caracterização do enrocamento empregado no espaldar de jusante da barragem, sendo assim definida sua granulometria característica.

Por fim, também se recomenda que seja estendido ao paramento de jusante o monitoramento de deslocamentos superficiais, conforme já indicado no Item 3.5.4.1.

3.6.2 Vertedouro

Para a elaboração deste capítulo foram utilizados os documentos do Projeto Executivo elaborados para a fase de implantação da PCH Cantú 2.

Os documentos do projeto "Como Construído", imprescindíveis para a verificação da situação real quando da implantação das estruturas, também foram disponibilizados.

Além da avaliação das estruturas civis por meio da inspeção realizada em campo, uma análise dos documentos do Projeto Executivo foi realizada com o objetivo de avaliar a segurança das estruturas com relação à estabilidade global, bem como o seu dimensionamento com relação aos critérios de projeto e normas técnicas. Cabe salientar que toda a análise foi desenvolvida com base nos dados hidrológicos atuais, pois atualmente a revisão das cheias de projeto

praticamente não modificou a cota do Nível para TR 1.000 anos que conforme projeto como construído era de 420,60 m e no RPS é de 420,70 m para enchente de 2.531,60 m³/s. O documento CTU2-E-GEMC-VRT-C08-0001-1A (Projeto executivo) apresenta a memória de cálculo do Vertedouro. Lembrando que a análise realizada no projeto executivo está com bastante folga nos fatores de segurança para TR 1.000 anos, logo este aumento de 10 cm no nível de enchente será facilmente absorvido na condição da estabilidade. Segue abaixo resumo da memória de cálculo do projeto CTU2-E-GEMC-VRT-C08-001-0A (Anexo III).

3.6.2.1 Seções Analisadas

O vertedouro apresenta duas seções distintas: Blocos de 2 a 6 e Bloco 7 no trecho do vão rebaixado, conforme figuras abaixo.

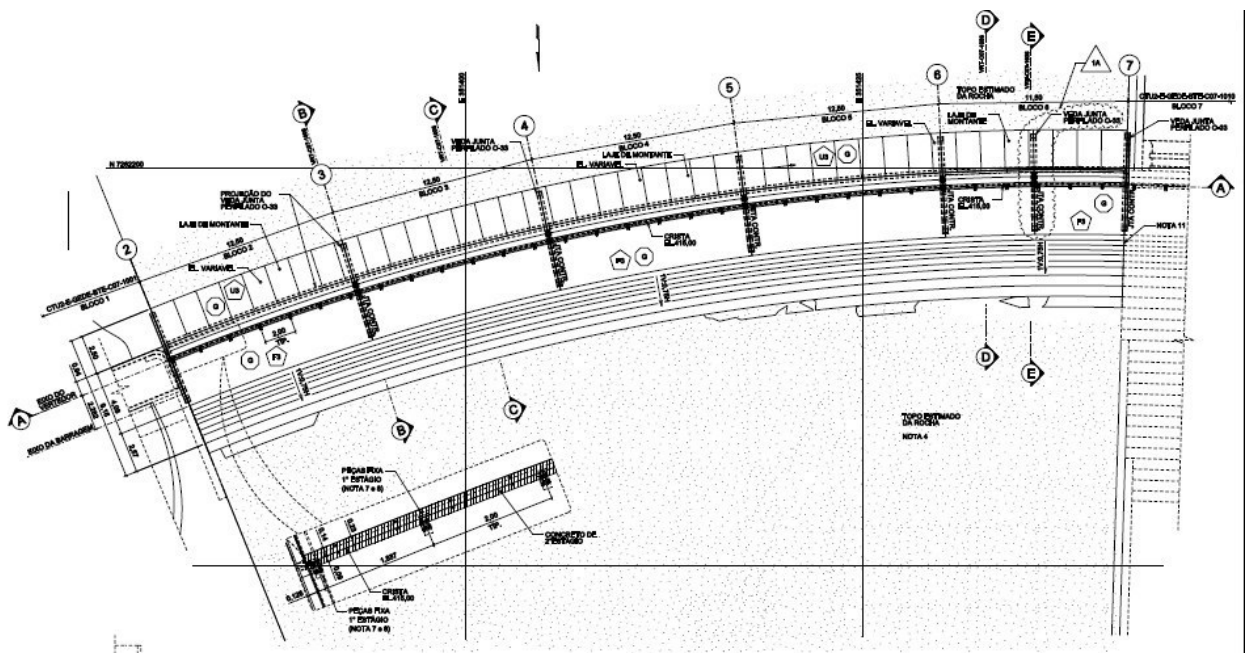


Figura 25 – Planta Blocos 2 a 6

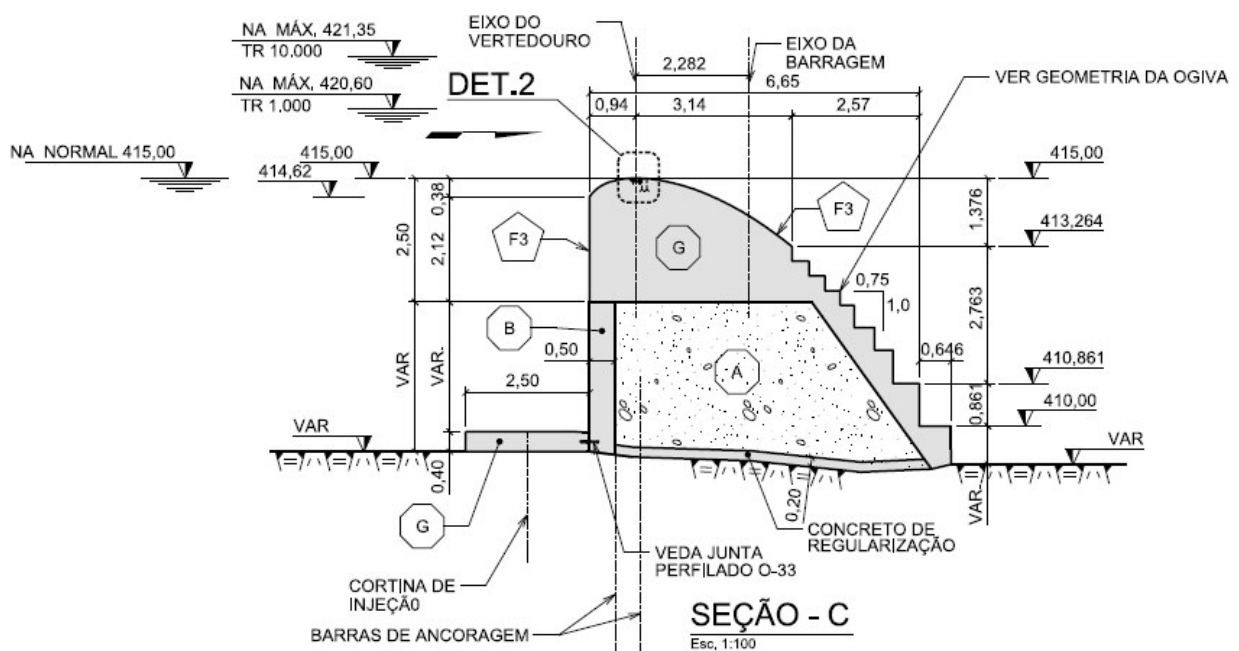


Figura 26 – Seção típica dos Blocos 2 a 6

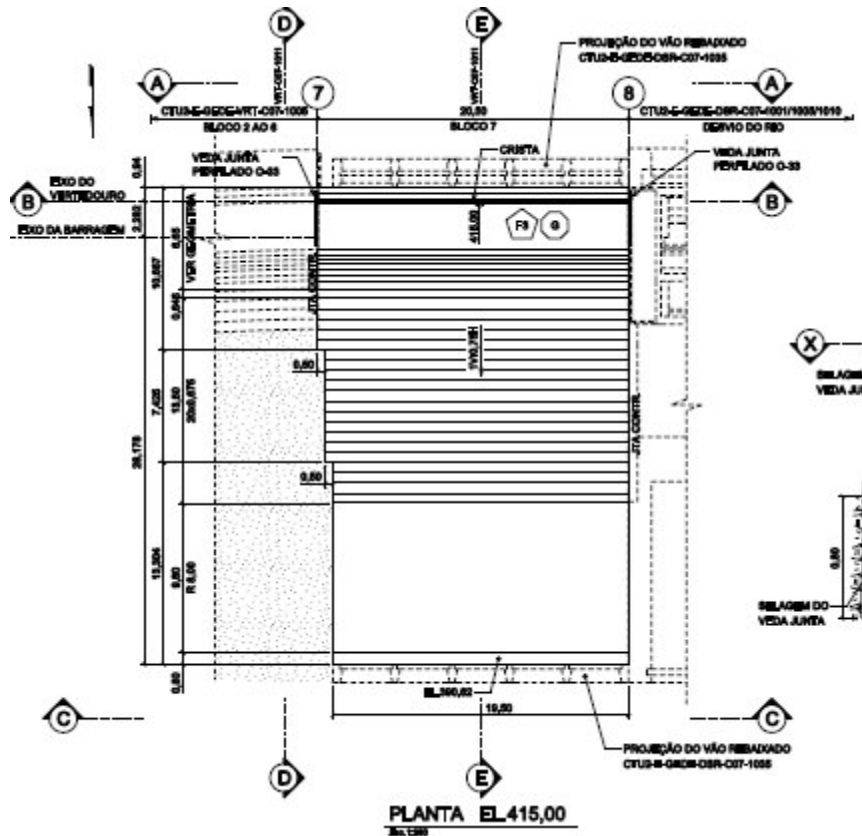


Figura 27 – Planta Bloco 7

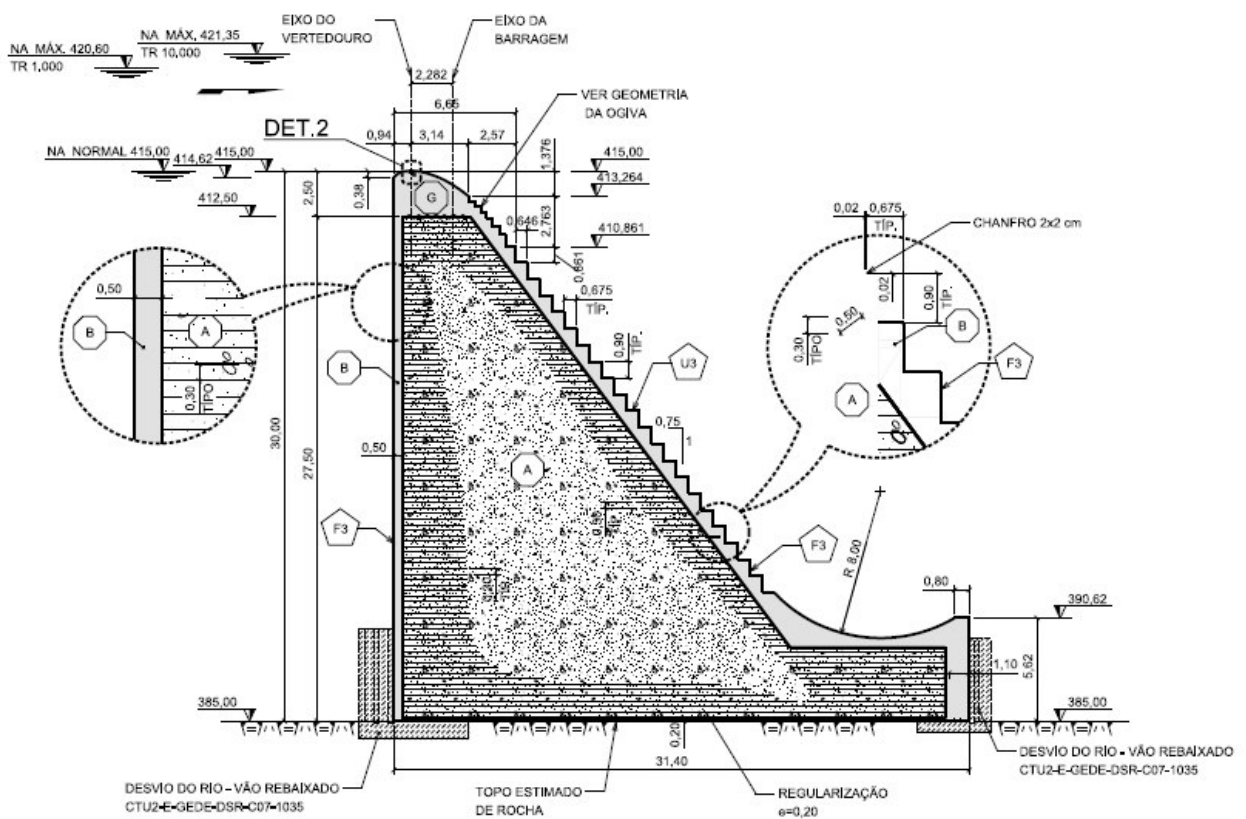


Figura 28 – Seção típica do Blocos 7

3.6.2.2 Casos de Carregamento

As análises de estabilidade verificadas foram:

3.6.2.2.1 Caso de Carregamento Normal (CCN)

- Nível Normal Montante – EL. 415,00 m;
- Nível Normal Jusante – EL. 387,64 m;
- Peso Próprio;
- Peso da água;
- Empuxo Hidrostático;
- Tirante Ativo;
- Subpressão.

3.6.2.2.2 Caso de Carregamento Excepcional 1 – TR 1.000 anos (CCE1)

- Nível Máximo Montante – EL. 420,60 m;
- Nível Máximo Jusante – EL. 392,56 m;
- Peso Próprio;
- Peso da água;
- Empuxo Hidrostático;
- Tirante Ativo;
- Subpressão.

3.6.2.2.3 Caso de Carregamento Limite – TR 10.000 anos (CCL)

- Nível Máximo Maximorum Montante – EL. 421,35 m;
- Nível Máximo Maximorum Jusante – EL. 393,24 m;
- Peso Próprio;
- Peso da água;
- Empuxo Hidrostático;
- Tirante Ativo;
- Subpressão.

3.6.2.2.4 Caso de Carregamento Excepcional 2 – Esforços Sísmicos (CCE2)

- Carregamento referente ao item 3.6.2.2.1 ;
- Esforços inerciais de 0,05 g na horizontal e 0,03 g direção vertical;
- Carga Hidráulicas sísmicas → fórmula zangar;

- Pressão hidrodinâmica devido a aceleração do sismo aumentadas ou diminuídas em 0,03 da pressão estática da água.

3.6.2.3 Resultados

Esta memória de cálculo CTU2-E-GEMC-VRT-C08-0001-1A (Estabilidade do Vertedouro – Memória de Cálculo), elaborada pela responsável pelo projeto executivo GeoEnergy obteve os seguintes coeficientes de segurança para estabilidade da seção do vertedouro conforme tabelas abaixo.

Tabela 31 – Resultado Análise de Estabilidade – Vertedouro Blocos 2 a 6 - Projeto Executivo GeoEnergy (CTU2-E-GEMC-VRT-C08-0001-1A)

Blocos 2 a 6							Tensão (kN/m ²)	
Caso	FSF	Limite	FSD	Limite	FST	Limite	Montante	Jusante
CCN	6.47	≥ 1.3	12.40	≥ 1.0	4.71	≥ 1.5	175.6	23.5
CCE1	3.06	≥ 1.1	6.66	≥ 1.0	1.72	≥ 1.2	40.1	118.4
CCL	1.58	≥ 1.1	6.82	≥ 1.0	1.58	≥ 1.1	21.9	131.1
CCE2	4.67	≥ 1.1	16.29	≥ 1.0	4.19	≥ 1.2	131.2	2.5

Obs: Foi adotado duas linhas de tirantes ativos permanentes de 10 tf a cada metro linear dos blocos de 2 a 6 do vertedouro para garantir a estabilidade da estrutura e fundação comprimida.

Tabela 32 – Resultado Análise de Estabilidade – Vertedouro Bloco 7 - Projeto Executivo GeoEnergy (CTU2-E-GEMC-VRT-C08-0001-1A)

Bloco 7							Tensão (kN/m ²)	
Caso	FSF	Limite	FSD	Limite	FST	Limite	Montante	Jusante
CCN	2.14	≥ 1.3	2.12	≥ 1.0	1.62	≥ 1.5	164.6	212.1
CCE1	1.64	≥ 1.1	2.55	≥ 1.0	1.21	≥ 1.2	-24.1	301.8
CCL	1.59	≥ 1.1	2.73	≥ 1.0	1.19	≥ 1.1	-29.9	294.1
CCE2	2.07	≥ 1.1	3.05	≥ 1.0	1.49	≥ 1.2	95.2	260.3

A análise da estabilidade global das estruturas do vertedouro demonstrou que os fatores de segurança ao tombamento (FST), ao deslizamento (FSD) e à flutuação (FSF) atenderam aos Critérios de Projeto Civil, considerando os diversos casos de carregamento (normal, excepcional e Limite).

Foi adotado duas linhas de tirantes ativos permanentes de 10 tf a cada metro linear dos blocos de 2 a 6 do vertedouro para garantir a estabilidade da estrutura e fundação comprimida.

No Bloco 7 para casos CCE1 e CCL a fundação apresenta esforço de tração à montante, entretanto o contato concreto/rocha tem capacidade de absorver essas tensões, pois ficaram muito aquém dos valores admissíveis na rocha de fundação, 10 MPa, ou seja, 10.000 kN/m².

Logo, todas as estruturas do barramento estão em condições de estabilidade adequadas e de acordo com critérios de projeto e normas.

4 MATRIZ DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM CONFORME ARTIGO TERCEIRO DA RESOLUÇÃO 696/2015

A matriz de risco está no anexo I em meio digital.

5 CONCLUSÕES

Após realização da Revisão Periódica de Segurança (RPS) é possível afirmar que Barragem se encontra em **Condição Normal de Operação**, com todos os monitoramentos necessários e manutenção das estruturas.

Durante o estudo foram revisados todos os critérios de projeto como:

- critérios hidrológicos com atualização da enchente de 1.000 anos para 2531,60 m³/s atingindo NA Máx Max de 420,70 m, garantindo borda livre de 1,80 m em relação mureta de concreto, uma pequena modificação em relação ao projeto básico e executivo que não altera os resultados das análises de estabilidade das estruturas do barramento;
- Verificados análises de estabilidade da Barragem e vertedouro com fatores de segurança preconizados em norma;

As revisões realizadas confirmaram as características de projeto iniciais e indicam que as estruturas do barramento estão em condições normais de segurança e operando dentro dos parâmetros definidos.

Foram indicadas algumas melhorias a serem implementadas para o aprimoramento do monitoramento, como as linhas verticais no paramento de jusante da barragem, bem como plano de trabalho e cronograma de implantação das orientações.

6 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Função
Henrique Yabrudi Vieira	Engenharia Civil	Hidráulica – Segurança de Barragens
Patrícia Becker	Engenharia Civil	Estruturas – Segurança de Barragem
Ronaldo Corrêa	Engenharia Civil	Geotecnia e Geologia

As Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos profissionais envolvidos nos trabalhos estão apresentadas no Anexo IV.

7 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A. B. de. **A gestão do risco em sistemas hídricos: conceitos e metodologias aplicadas a vales com barragens**. 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, APR. Cabo Verde, 2003.

ANEEL - Resolução Normativa Nº 696, de Dezembro de 2015.

ANA - Manual do empreendedor da Ana relativo a revisão periódica, plano de segurança de barragens, plano de ação de emergência e inspeções de segurança de barragens (<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/ManualEmpreendedor>).

BARBOSA, N. P.; MENDONÇA, A. V.; SANTOS, C. A. G.; LIRA, B. B. **Barragem de Camará**. Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia. Ministério Público Federal. Procuradoria da República no Estado da Paraíba. PB, 2004. Disponível em: <<http://www.prpb.mpf.gov.br/>>. Acesso em 23/09/2008.

CETESB. **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. Norma P4.261, Maio/2003.

COLLISCHONN, V. **Análise do rompimento da barragem de Ernestina**. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: UFRGS, 1997.

CRUZ, P.T. **100 Barragens Brasileiras: Casos Históricos, Materiais de Construção, Projetos**. Oficina de Textos, São Paulo, 2004.

DUARTE, Moacir. Riscos Industriais: **Etapas para a investigação e a prevenção de acidentes**. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.

FEEMA. **Manual do Curso de Análise de Riscos Ambientais**. Agosto de 1998.

GUIA BÁSICO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Comitê Brasileiro De Grandes Barragens, Núcleo Regional De São Paulo.

Leps, Thomas M., “**Review of shearing strength of rockfill**”, *Jornal Of The Soil Mechanics and Foundation ASCE*, 1970.

LEI Nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010, **Política Nacional de Segurança de Barragens**, Presidência da República.

MENESCAL, R. A.; VIEIRA, V. P. P. B.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F. 2001. **Incertezas, Ameaças e Medidas Preventivas nas Fases de Vida de uma Barragem.** XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Anais, Fortaleza – CE.

MENESCAL, R. A.; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S.; PERINI, D. S. **As Barragens e as Enchentes.** Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004 Florianópolis - SC.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil** / [Organizador, Rogério de Abreu Menescal]. Brasília: Proágua, 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens.** Brasília, 2002.

SILVA, M. M. A.; LACERDA, M. J.; SILVA, P. K.; SILVA, M. M. P. **Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande, PB.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. Volume 6 – Número 1. 2006.

SILVEIRA, J.F.A. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento.** Oficina de Textos, São Paulo, 2006.



DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que a empresa **CANTU ENERGÉTICA S.A** inscrita no CNPJ – 04.502.574/0002-08 localizada na Estrada Água da Abelha km 16 – zona rural de Nova Cantu – PR, realiza a entrega regular de materiais recicláveis no Centro de Triagem, e deposita resíduos sólidos proveniente da empresa na Estação Municipal de Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos, ambos localizados as margens da Rodovia PR – 239.

E por ser expressão de verdade firmo o presente.

Nova Cantu, 18 de Junho de 2019.

TIAGO FAMELI

Secretário Mun. de Meio Ambiente e Turismo
Decreto nº1514/2017

PORTARIA Nº 2730/2019 - DPCA

O INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ por intermédio de seu DIRETOR PRESIDENTE, com fundamento no artigo 39 – A, inciso IX da Lei Estadual nº 12.726, de 28 de novembro de 1.999 e, artigos 5º e 6º, inciso I a VI, do Decreto Estadual nº 9.957, de 23 de janeiro de 2014, e conforme informações constantes no Protocolo nº 13.533,747-1, resolve:

Art.1º. Outorgar o uso das águas de domínio do Estado do Paraná, para **aproveitamento de potencial hidrelétrico**, na modalidade de **autorização de direito de uso**, sob regime e condições abaixo especificadas, em favor de:

Razão social : CANTU ENERGETICA S.A.
C.N.P.J. : 04.502.574/0001-19
Endereço : PCH Cantu 2
Bairro/distrito : Nova Cantu
Município : Nova Cantu
Atividade : Produção e distribuição de energia elétrica
Bacia hidrográfica : Piquiri
Curso d'água : Rio Cantu
Vazão máx. engolimento : 52350,00 L/s
Vazão do vertedouro : 1953000,00 L/s
Vazão mín. de jusante : 1840,00 L/s
Coordenadas UTM : 7262279 N 351489 E Fuso (22) SIRGAS 2000

Art. 2º. O outorgado deverá implantar e manter estações de monitoramento, conforme as seguintes especificações mínimas:

- I – monitoramento diário de vazões afluentes, vertidas, turbinadas e de efluentes;
- II – monitoramento diário de níveis d'água a montante e a jusante;
- III – monitoramento trimestral da qualidade de água do reservatório, inclusive dos parâmetros fósforo total e nitrogênio total;
- IV – monitoramento trimestral da descarga sólida, a montante e a jusante do reservatório.

Parágrafo único. Os dados do monitoramento deverão ser reportados anualmente ao INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, para fins de controle e fiscalização do cumprimento das condições estabelecidas na outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Art. 3º. A outorga, objeto desta Portaria, vigorará pelo prazo de **10 (dez) anos**, podendo ser suspensão, de forma parcial ou total, por prazo determinado ou indeterminado, se verificadas as situações previstas no artigo 15 da Lei Estadual nº 12.726 de 26/11/99 combinado com o artigo 31 do Decreto Estadual nº 9.957 de 23/01/2014.

Art. 4º. A outorga poderá ser revogada, nos casos de cancelamento da licença ambiental ou se as licenças municipais para construção e funcionamento não forem emitidas, se for o caso dessas exigências.

Parágrafo único. A outorga poderá ainda ser revogada, se verificados os demais casos previstos nos incisos I a IV do artigo 32 e nos termos do §3º do artigo 31 do Decreto Estadual nº 9.957 de 23/01/2014.

Art. 5º. Esta Portaria não dispensa nem substitui a obtenção pelo outorgado de certidões, alvarás ou licenças de qualquer natureza, exigidas pela legislação federal, estadual ou municipal.

Art. 6º. Qualquer ampliação, reforma ou modificação que alterem as disposições contidas neste ato de outorga, objeto desta Portaria, de forma permanente ou temporária, deverá ser objeto de novo requerimento, a sujeitar-se aos mesmos procedimentos que deram origem a este ato de outorga.



PORTARIA Nº 2730/2019 - DPCA

§ 1º Para retificação ou alteração das condições de uso de recursos hídricos ou de dados administrativos da outorga, o Outorgado deverá encaminhar solicitação ao INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ por meio de requerimento específico disponível no sítio próprio na internet.

§ 2º A transferência de titularidade, relativa à alteração do titular da outorga, será automática se mantidas as condições originais estipuladas na outorga, e nos demais casos, poderá ser solicitada ao INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ num prazo máximo de até 50 % da vigência desta outorga, por meio de requerimento específico disponível no sítio próprio na internet.

§ 3º No caso de desativação, interrupção das atividades do empreendimento ou desistência da outorga, o Outorgado deverá comunicar formalmente ao INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, por meio de envio de requerimento específico disponível no sítio próprio na internet.

Art. 7º. O requerimento para renovação de outorga deverá ser encaminhado ao Poder Público Outorgante no prazo máximo de até 90 (noventa) dias anteriores à data de expiração da vigência desta autorização.

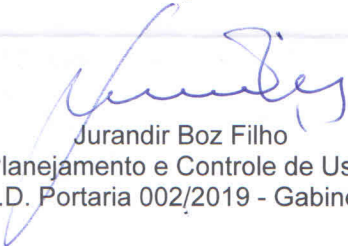
Art. 8º. O uso dos recursos hídricos, objeto desta outorga, está sujeito à cobrança, desde que não enquadrado no artigo nº 53, parágrafos 1º e 2º da Lei Estadual nº 12.726/1999, hipótese em que será isentado da cobrança, nos termos dos artigos 19 a 21 da Lei Estadual nº 12.726 de 26/11/99, com alteração pela Lei Estadual nº 16.242/2009 e do Decreto Estadual nº 7348 de 21/02/2013, que regulamenta a cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos.

Art. 9º. O Outorgado se sujeita à fiscalização do INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, por intermédio de seus agentes ou prepostos indicados, devendo franquear-lhes o acesso ao empreendimento e à documentação relativa à outorga emitida por meio desta Portaria.

Art. 10º. O não cumprimento da legislação de recursos hídricos vigente e aos termos desta outorga sujeitará o usuário (a empresa e/ou os seus representantes) às sanções previstas na Lei 12.726/99 e nos decretos 9957/2014 e 12.416/2014.

Art. 11º. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Curitiba, 10 de julho de 2019.



Jurandir Boz Filho
Diretor de Planejamento e Controle de Uso das Águas
P.D. Portaria 002/2019 - Gabinete