

# **RELATÓRIO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS**

**1º SEMESTRE 2020**

**FASE DE OPERAÇÃO**

## **PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA CANTU 2**



**CURITIBA  
JULHO/2020**

## SUMÁRIO

1	RELATÓRIO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH CANTU 2 - ANO DE 2020 – 1º 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	Objetivo .....	7
2.2.3	Objetivos Específicos .....	7
2.2.4	Atividades Desenvolvidas .....	8
2.2.5	Registro Fotográfico .....	12
2.3	Considerações .....	18
2.3	SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E ÁREAS ADJACENTES DO RESERVATÓRIO.....	20
2.3.1	Justificativa .....	20
2.3.2	Objetivos.....	20
2.3.3	Atividades Desenvolvidas .....	21
2.3.4	Registro Fotográfico .....	24
2.3.5	Considerações .....	37
3	PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD) .....	39
3.1	JUSTIFICATIVA .....	39
3.2	OBJETIVOS .....	39
3.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	40
3.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	44
3.5	CONSIDERAÇÕES .....	44
4	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO .....	46
4.1	JUSTIFICATIVA .....	46
4.2	OBJETIVO .....	46



4.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	46
5	PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	52
5.1	JUSTIFICATIVA .....	52
5.2	OBJETIVOS .....	52
5.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	53
6	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE A JUSANTE DA BARRAGEM 67	
6.1	JUSTIFICATIVA .....	67
6.2	OBJETIVOS .....	67
6.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	67
6.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
7	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA.....	69
7.1	JUSTIFICATIVA .....	69
7.2	OBJETIVOS .....	69
7.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	69
7.4	CONSIDERAÇÕES .....	74
8	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA .....	76
8.1	JUSTIFICATIVA .....	76
8.2	OBJETIVOS .....	76
8.3	ATIVIDADES REALIZADAS.....	77
9	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE .....	84
9.1	JUSTIFICATIVA .....	84
9.2	OBJETIVOS .....	84
9.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	84
9.3.1	Áreas Amostrais.....	84
9.3.2	Metodologia .....	86
10	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL 97	
10.1	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	97
11.1.1	Justificativa .....	97
11.1.2	Objetivos.....	97
11.1.3	Atividades Desenvolvidas .....	97
11.2	PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL.....	98
11.2.1	Justificativa .....	98
11.2.2	Objetivos.....	98
11.2.3	Atividades Desenvolvidas .....	98

11.2.5	Considerações .....	98
11	PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL – PACUERA .....	99
11.1	JUSTIFICATIVA.....	99
11.2	OBJETIVOS .....	99
11.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	100
11.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	101
11.5	CONSIDERAÇÕES .....	104
12	PROGRAMA DE INDENIZAÇÃO E REMANEJAMENTO .....	105
12.1	JUSTIFICATIVA.....	105
12.2	OBJETIVOS .....	105
12.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	105
13	PLANO DE AÇÃO E EMERGÊNCIA (PAE) E PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO .	108
13.1	JUSTIFICATIVA.....	108
13.2	OBJETIVOS .....	108
13.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	109
13.4	CONSIDERAÇÕES .....	110
14	PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	111
14.1	JUSTIFICATIVA.....	111
14.2	OBJETIVO .....	111
14.3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	111
15	LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 33945 .....	113
16	REFERÊNCIAS .....	120
17	EQUIPE TÉCNICA.....	125
18	ANEXOS.....	126
	ANEXO I – RELATÓRIO DE QUALIDADE DA ÁGUA E ICTIOFAUNA – CAMPANHA MAIO 2020 .....	126
	ANEXO II – RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE – ABRIL 2020 .....	127
	ANEXO III – PLANO DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIA - PAE.....	128
	ANEXO IV – DECLARAÇÃO PREFEITURA – COLETA DE RESÍDUOS .....	129
	ANEXO V – DOCUMENTOS COLETA DE RESÍDUOS – SABIÁ ECOLÓGICO .....	130
	ANEXO VI – PUBLICAÇÃO – OUTORGA DE DIREITO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	131

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

## **1.2 RESPONSABILIDADES DA GESTÃO AMBIENTAL**

A empresa SOMA – CONSULTORIA AMBIENTAL foi contratada para a 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 LO, são apresentadas neste documento as atividades realizadas no período de janeiro a junho de 2020, e os resultados obtidos nos trabalhos e nas campanhas de monitoramento realizadas pela SOMA.



**Figura 01:** Entardecer na PCH Cantu 2, visão para o barramento e reservatório.

## **1.1 INTRODUÇÃO**

O presente relatório tem por objetivo apresentar ao Instituto Ambiental do Paraná - IAP as atividades socioambientais desenvolvidas pela CANTU ENERGÉTICA S.A. na fase de operação da PCH CANTU 2, localizada no rio Cantu, no 1º 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](mailto: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, atingindo 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 km<sup>2</sup>. 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  $24^{\circ}44'45''\text{S}/52^{\circ}28'05''\text{W}$  e  $24^{\circ}44'50''\text{S}/52^{\circ}28'25''\text{W}$ , 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.

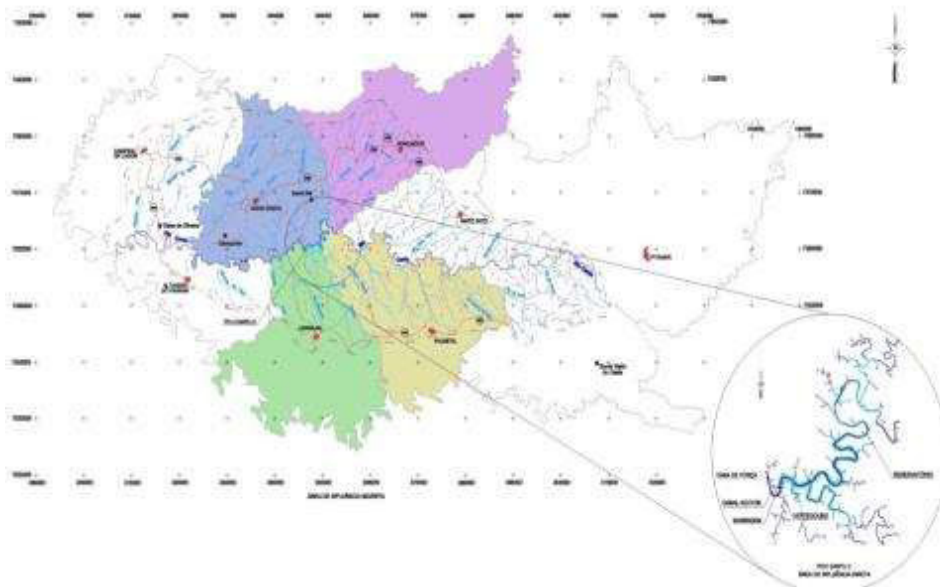


Figura 1.4.1: Localização do empreendimento em relação a Bacia do Piquiri.



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

## 1.5 RELAÇÃO DE PROGRAMAS MONITORADOS

<b>PROGRAMAS AMBIENTAIS</b>
<b>MEIO FÍSICO</b>
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
<b>MEIO BIOLÓGICO</b>
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
<b>MEIO SOCIOECONOMICO</b>
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: 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 1º semestre de 2019, 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, afim 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 e 2.3.

## **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 Objetivo**

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.

### **2.2.3 Objetivos Específicos**

- 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.

## 2.2.4 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.

Todo o reservatório e a Área de Preservação Permanente da PCH Cantu 2 são percorridos, seja por acessos terrestres ou fluviais. Durante as vistorias são observados a presença ou não de deslocamentos de terra, assoreamentos e rachaduras no terreno, que possam vir a se tornar um processo erosivo, prejudicando assim o meio ambiente e a geração de energia.

A 1ª campanha de monitoramento prevista para 2020 foi realizada em abril obedecendo todas as medidas e procedimentos adotados no Estado do Paraná quanto ao COVID 19.

Na ocorrência de um deslizamento de terra ou foco erosivo, é feito a identificação do local e avaliado quanto ao tipo de solo encontrado, e se houve evolução ou não no tamanho do deslizamento. Nessa campanha de abril, foram verificados novamente os processos erosivos que já tinham sido identificados em campanhas anteriores (Relatórios Consolidados 2018/19). Nessa oportunidade não se observou evolução dos processos erosivos, sendo que alguns deles já apresentavam algumas gramíneas em crescimento.

Entretanto destaca-se aqui a presença de processo erosivo localizado nas coordenadas (UTM 22J 0354425/ 7264097) às margens do reservatório, na antiga propriedade da família Fritz, próximo à divisa com a propriedade do Carmo Fidelis e outros, coordenadas (UTM 22J 0354425/ 7264097). Atualmente esse local possui 8 metros de comprimento, e uma largura de 7 metros, totalizando cerca de 56 m<sup>2</sup> de área afetada. No local há a presença de vegetação, e muitas rochas, entretanto existe solo exposto, evidenciando riscos de novos deslizamentos no local.



Figura 2.2.4.1 Visão da margem do reservatório com deslizamento. **Seta vermelha** indicando o local do deslizamento. Imagens registrada em abril de 2020



Figura 2.2.4.2 Presença de vegetação no local, onde ocorreu o deslizamento de terra, nas margens do reservatório



Figura 2.2.4.3 Solo exposto que apresenta riscos de novos deslizamentos



Figura 2.2.4.4 - Estrada utilizada por veículos e pessoas, paralela ao deslizamento de terra. Seta vermelha indicando o local de instabilidade.





Figura 2.2.4.5 - Área com rochas exposta, e pouca vegetação de porte médio com dificuldade de regeneração











Figura 2.2.4.6 - Localização do foco de deslizamento de terra no reservatório da PCH Cantu 2, representado pela linha azul.

## 2.2.5 Registro Fotográfico




BARRAGEM DA PCH CANTU 2	
FOTO	DESCRIÇÃO
	<p>Figura 2.2.5.1 - Barramento da PCH Cantu 2. Seta vermelha indicando a margem esquerda e seta azul a margem direita.</p>
	<p>Figura 2.2.5.2 - Barramento da PCH Cantu 2. Seta vermelha indicando a margem esquerda e seta azul a margem direita.</p>




MARGEM ESQUERDA		
LOCAIS	FOTO	DESCRIÇÃO
Fazenda Guapíara		<p>Figura 2.2.5.3 – Ausência de processos erosivos na APP.</p> <p>Evidencia-se matrizes de remanescentes florestais em estágio médio de regeneração, estruturando e dando suporte para não ocorrência de deslizamentos.</p> <p>Coordenadas: 22J 352181 / 7262403</p>
Fazenda Guapíara		<p>Figura 2.2.5.4 - Longo trecho de vegetação em bom estado de conservação.</p> <p>Coordenadas: 22J 352218 / 7262015</p>
Fazenda Burro Branco		<p>Figura 2.2.5.5 - Extensa faixa de fragmento florestado, impedindo qualquer surgimento de processo erosivo.</p> <p>Coordenadas: 22J 355173 / 7263516</p>






<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.2.5.6 - Trecho com vegetação em regeneração de porte médio. Sem presença de focos erosivos.</p> <p>Coordenadas: 22J 354902 / 7262557</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.2.5.7 - Extensa faixa de vegetação. Sem focos erosivos</p> <p>Coordenadas: 22J 355702 / 7263727</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.2.5.8 - Extensa faixa de vegetação.</p> <p>Coordenadas: 22J 356231 / 7565148</p>



<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.2.5.9 - Registro de foco erosivo que já vem sendo monitorado e apresenta um processo de recuperação natural (parcial) situado dentro da APP</p> <p>Coordenadas: 22J 355861 / 7266191</p>
<p><b>MARGEM DIREITA</b></p>		
<p>Ivo Demarco</p>		<p>Figura 2.2.5.10 - Área com regeneração de mudas nativas na APP sem a presença de focos erosivos</p> <p>Coordenadas: 22J 351690 / 7262542</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.2.5.11 - Aafloramentos rochosos – ausência de processos erosivos</p> <p>Evidencia-se processo de regeneração natural com Leiteiros e Timbós, e Gurucaias já de grande porte.</p> <p>Coordenadas: 22J 353608 / 7262751</p>

<p>Jamil Rocier</p>		<p>Figura 2.2.5.12 - Sem processos erosivos ao longo da APP.</p> <p>Coordenadas: 22J 355259 / 7263521</p>
<p>Guilherme Fitz</p>		<p>Figura 2.2.5.13 - Sem evidencia de processos erosivos na APP e Encostas.</p> <p><i>Área com poucas mudas nativas, nessa propriedade ainda não possui cercamento (100M).</i></p> <p>Coordenadas: 22J 354517 / 7264414</p>
<p>Reserva de Carmo Fidelis &amp; Outros</p>		<p>Figura 2.2.5.14 -</p> <p>Extensa faixa de fragmento florestado existente, impedindo qualquer processo erosivo.</p> <p>Coordenadas: 22J 354702 / 7263934</p>

<p>Airton Agnolin</p>		<p>Figura 2.2.5.15 - Porção final do reservatório MD, onde o reservatório extrapola pouco a calha original do rio.  Sem processos erosivos.  Coordenadas: 22J 355821 / 7265110</p>
<p>Juarez Borgio</p>		<p>Figura 2.2.5.16 - Porção final do reservatório. Vegetação presente em ambas margens do reservatório.  Coordenadas: 22J 354586 7265535</p>
<p>Flavio Mariot</p>		<p>Figura 2.2.5.17 - Porção final do reservatório. Vegetação presente em ambas margens do reservatório.  Coordenadas: 22J 355552 / 7267186</p>



<p>Rio Azul</p>		<p>Figura 2.2.5.18 - Entrada do rio azul, na porção final do reservatório. Vegetação presente em ambas margens. Coordenadas: 22J 355909 / 7266182</p>
-----------------	--	---

### 2.3 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.

Entretanto cabe ressaltar que o ponto localizado na antiga propriedade da família Fritz, próximo à divisa com a propriedade do Carmo Fidelis é o que merece uma atenção, específica/pontual, visto que nessa região, ainda existe o trânsito de veículos e pessoas no local, uma vez que a propriedade não está cercada, permitindo o acesso e permanência de pessoas, que utilizam o reservatório para pesca e lazer. A origem desse foco erosivo é o colapso do solo devido as chuvas dos últimos anos. O local está bem próximo da estrada onde passam os veículos para se chegar na sede da propriedade. Nesse local existe a necessidade de cerca como estrutura sinalizadora e segurança no local.

Ressalta-se também a presença constante do gado em algumas áreas da APP impede o desenvolvimento da regeneração natural, dificultando a formação de florestas nesses locais aonde há a presença desse animal. O pisoteio do gado, principalmente nas margens do reservatório, também favorece a instabilidade das encostas e deixa o solo suscetível ao desenvolvimento de erosões. Mesmo que ainda o registro de deslizamento e erosões seja pequeno, o impedimento da entrada do gado na APP é de vital importância para o desenvolvimento da floresta e proteção do solo e da água no reservatório da PCH Cantu 2. Dessa forma, a recuperação do

---

cercamento vem sendo conduzida pelo empreendedor, cujo o desenvolvimento do processo executivo tem sofrido restrições devido ao COVID 19

## 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 foi 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. Consequentemente 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 25m<sup>2</sup> 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 (Figura 2.3.3.2).

Neste sentido dando sequência as campanhas de monitoramento dos anos anteriores, em abril de 2020 foi realizada a campanha de monitoramento da flora na APP do reservatório.

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 m<sup>2</sup>.

**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 m<sup>2</sup> 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 2.3.3.2 - Mapa e localização das parcelas de monitoramento da flora da APP no reservatório da PCH Cantu 2.

#### *Coleta de Dados:*

A atual campanha de monitoramento, buscou identificar os indivíduos arbóreos presentes dentro das parcelas. Neste sentido os indivíduos foram identificados quanto a 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. Foi considerado um DAP acima de 5 cm a medição da altura foi utilizado uma fita métrica ou trena e para aferição do diâmetro foi utilizado um paquímetro ou fita métrica. Os dados obtidos foram anotados em planilhas de campo para posterior tabulação e conseqüentemente para melhor visualização dos resultados.

***Os resultados consolidados serão apresentados no Relatório anual ao final de 2020.***




#### *Identificação de Áreas / Reforço de Plantio*




Durante a vistoria foi realizado um levantamento na APP, visando a identificação das possíveis áreas (acessíveis) em condições de receber um reforço de plantio e/ou replantio. Na oportunidade foi verificado que aproximadamente 5,0 ha necessitam desse reforço

Neste sentido a concessionária está tabulando os resultados obtidos no levantamento realizado, visando preparar um cronograma de execução para atividades de plantio (replanteio) de mudas nativas nas áreas da APP da PCH Cantu 2 ainda em 2020. (***Lembrando que a execução dessa atividade depende das condições do COVID 19***)




### 2.3.4 Registro Fotográfico

#### Margem Esquerda

LOCAL	FOTO	DESCRIÇÃO
Fazenda Guapiára		<p>Figura 2.3.4.3 - APP com árvores nativas em excelente processo de regeneração natural</p>
Fazenda Guapiára		<p>Figura 2.3.4.4 – APP com árvores nativas em excelente processo de regeneração natural Coordenadas 22 J 351882 7262419</p>
Fazenda Burro Branco Afluente Rio Branco		<p>Figura 2.3.4.5 - Pequenos fragmentos com vegetação nativas, porém com dificuldade de crescimento pelo pisoteio e pastejo de animais devido cercas sem manutenção.</p> <p>22 J 354573 726181</p>



<p>Fazenda Burro Branco Afluente Rio Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.6 - cercas caídas sem manutenção</p> <p>22 J 354573 726181</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.7 - 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 2.3.4.8 - Em destaque espécies plantadas em 2015</p> <p>22 J 354952 7262315</p>






<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.9 - Presença de animais dentro da APP</p> <p>22 J 354996 7262572</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.10 - Área com núcleos de vegetação nativa de médio e grande porte, porém com extensa faixa de campo aberto sem vegetação</p> <p>22 J 354989 7264032</p>
<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.11 - Cercas danificadas</p> <p>22 J 354989 7264032</p>




<p>Fazenda Burro Branco</p>		<p>Figura 2.3.4.12 - Área com presença de gado</p> <p>22 J 354989 7264032<sup>i</sup></p>
-----------------------------	--	---

### Margem Direita



<p>Ivo Demarco</p>		<p>Figura 2.3.4.13 – Vegetação nativa se desenvolvendo APP com cercas em ordem</p> <p>22 J 352102 7262638</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.14 - APP apresentando algumas espécies que restaram do plantio realizado em 2015 Proprietário fazendo uso de APP porteira para acesso dos animais</p> <p>22 J 353228 726262</p>






<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.15 - espécies em destaque</p> <p>22 J 353228 .....7262620</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.16 - Espécies em destaque</p> <p>22 J 353228 7262620</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.17 - Área com crescimento da vegetação apesar da presença de animais no interior da APP</p> <p>22 J 354712 72622631</p>




<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.18 - Cercas danificadas</p> <p>22 J 354712 72622631</p>
<p>Sebastião Galvão</p>		<p>Figura 2.3.4.19 - 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 2.3.4.20 - 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 2.3.4.21 - APP com a presença de árvores bem espaçadas. Presença de animais no interior da APP. Cercas sem manutenção</p> <p>22 J 355468 7263628</p>
<p>Jamil Rossier</p>		<p>Figura 2.3.4.22 - Árvore em destaque Plantio de 2015</p> <p>22 J 355468 7263628</p>
<p>Airton Agnolin</p>		<p>Figura 2.3.4.23 - APP apresentando excelente estágio de regeneração</p> <p>22 J 355658 7264606</p>






<p>Airton Agnolin</p>		<p>Figura 2.3.4.24 - Área sem a presença de animais na APP. Cercas em boas condições.</p> <p>22 J 355658 7264606</p>
<p>Airton Agnolin</p>		<p>Figura 2.3.4.25 - Espécies em desenvolvimento plantadas em 2015</p> <p>22 J 356212 7264681</p>
<p>Priscila Arantes</p>		<p>Figura 2.3.4.26 - 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 2.3.4.27 - APP apresentando estágio de regeneração 22 J 354438 7265507</p>
<p>Priscila Arantes</p>		<p>Figura 2.3.4.28 - APP Apresentando excelente estágio de regeneração 22 J 354438 7265507</p>
<p>Juarez Borgio</p>		<p>Figura 2.3.4.29 - APP apresentando bom estágio de regeneração. Plantio /2015. 22 J 354392 7266569</p>



<p>Juarez Boggio</p>		<p>Figura 2.3.4.30 - 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 Boggio</p>		<p>Figura 2.3.4.31 - APP apresentando excelente estágio de regeneração</p> <p>22 J 354392 7266569</p>
<p>Fernando Mariot</p>		<p>Figura 2.3.4.32 - APP apresentando bom estágio de regeneração</p> <p>22 J 355919 7266620</p>

<p>Fernando Mariot</p>		<p>Figura 2.3.4.33 - Placa de sinalização indicando a APP e a realização do plantio de mudas. Plantio / 2015</p> <p>22 J 355919 7266620</p>
<p>Afluente Rio Azul Ferreira Couto</p>		<p>Figura 2.3.4.34 - Poucas espécies de árvores na APP. Desenvolvimento de regeneração prejudicado pela de animais na APP</p> <p>22 J 355979 7266163</p>
<p>Afluente Rio Azul Ferreira Couto</p>		<p>Figura 2.3.4.35 - Presença de animais no interior da APP</p> <p>22 J 355979 7266163</p>



<p>Aflente Rio Azul  Ferreira Couto</p>		<p>Figura 2.3.4.36 - 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 2.3.4.37 - Área apresentando a presença de poucas espécies nativas</p> <p>22 J 354443 7264429</p>
<p>Guilherme Fitz</p>		<p>Figura 2.3.4.38 - Presença algumas árvores de pequeno porte. Proprietário fez roçada na área e faz uso da mesma como área de lazer</p> <p>22 J 354443 7264429</p>

<p>Guilherme Fitz</p>		<p>Figura 2.3.4.39 - Área danificada fortemente pelo pisoteio de animais e a presença pessoas transitando no local. Não existem cercas nesta propriedade.</p> <p>22 J 354443 7264429</p>
-----------------------	--	--

Diante das situações diagnosticadas nas vistorias realizadas o Empreendedor definiu um planejamento para 2020 e iniciou 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.



Figura 2.3.4.1 – Funcionário trabalhando na recuperação da cerca



Figura 2.3.4.2 – Recuperação da cerca junto a placa de sinalização da APP





Figura 2.3.4.3 – Recuperação de cerca



Figura 2.3.4.4 Cerca divisória separando estrutura da APP

### 2.3.5 Considerações

Pela paisagem do reservatório é possível fazer uma inferência qualitativa quanto ao sucesso da regeneração natural e plantio de mudas. Locais onde antes se encontravam lavouras ou pastagem, hoje tem a aparência de uma capoeira, com vários arbustos em crescimento e algumas árvores estabelecidas. Sendo esperado novamente, valores positivos de crescimento das plantas nos próximos monitoramentos.

Cabe ressaltar que, conforme exposto no registro fotográfico acima, várias áreas lindeiras a APP do reservatório da PCH Cantu 2 que receberam o plantio em 2015, tiveram seu processo de recuperação prejudicado nos últimos 02 anos devido à falta de manutenção das cercas por parte dos proprietários e por consequência vindo a permitir (intencionalmente ou não) a presença do gado na área da APP

Desta forma, antes de iniciar qualquer a atividade de reforço de plantio/replanteio nas áreas da APP do reservatório da PCH Cantu 2, é imprescindível que se faça a recuperação das cercas danificadas, bem como um reforço no processo de comunicação junto aos proprietários para definir as responsabilidades de manutenção das mesmas, juntamente com o controle maior sobre a presença do gado na APP. Para tanto conforme demonstrado anteriormente o Empreendedor já deu início ao processo de recuperação das cercas que separam as áreas de APP do reservatório

***Os resultados consolidados serão apresentados no Relatório anual ao final de 2020***



### **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 t 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 se iniciou em outubro de 2014, ainda na fase de instalação da PCH Cantu 2. A 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 no desenvolvimento das atividades mais duas áreas foram trabalhadas.



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, Almoarifado 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 m<sup>2</sup>), 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 Amostras:**

**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:**

A 1ª campanha de monitoramento dessas áreas em 2020 foi realizada no mês de abril, desta forma os indivíduos arbóreos presentes dentro dessas parcelas foram identificados quanto a família, gênero e espécie e foram marcados com o auxílio de uma plaqueta seriada e medidos quanto a 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, sendo que os dados obtidos foram anotados em planilhas de campo e posteriormente tabulados para melhor visualização dos resultados.

***Os resultados consolidados serão apresentados no Relatório anual ao final de 2020***

### 3.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

<p>PRAD</p>		<p>Figura 3.4.1 – Coleta de dados para o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD</p>
<p>PRAD</p>		<p>Figura 3.4.2 – Monitoramento das parcelas de recomposição florestal.</p>

### 3.5 CONSIDERAÇÕES

Como verificado nas campanhas anteriores (Relatórios Consolidados 2018/19) as unidades amostrais analisadas nos diferentes períodos apresentaram padrões de crescimento divergentes entre si, algumas com resultados positivos e outras não o que ilustram a dinâmica no processo revegetação de áreas degradadas, relacionada as diversas variáveis que podem vir a influenciar no desenvolvimento vegetal destes espécimes, como por exemplo, luminosidade, umidade, características físico-químicas do solo, dentre inúmeras outras.

Assim, os resultados negativos se devem principalmente à dificuldade de adaptação das mudas tendo como interveniências principais, as características físico-químicas do solo e a diminuição da biomassa geral em algumas parcelas, causadas pela forma de utilização da área no período construtivo.

Entretanto é possível ainda observar que as espécies nativas plantadas no presente programa, apresentam um papel fundamental no rápido cobrimento do solo exposto, impossibilitando desta forma, a colonização de espécimes exóticos na área em questão, que agiriam de forma agressiva e impeditiva ao processo de sucessão natural desses ambientes suscetíveis.



## 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 4 e 6 de maio de 2020 foi realizada campanha de monitoramento do lençol freático.

Os resultados estão apresentados no ANEXO I.

#### 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 (4.3.1.2). Em função do término da obra, atualmente encontra-se desativado, não sendo possível a realização da amostragem.



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 rodízio 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, sendo então iniciado o monitoramento na coleta de abril de 2015, possui profundidade de perfuração de aproximadamente 100 m, segundo informações do funcionário local, tem capacidade de vazão atual de 4 m<sup>3</sup>/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);



## **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 4 e 6 de maio 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.

Os resultados estão apresentados no ANEXO I.

#### 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°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 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°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 5.3.1.4).

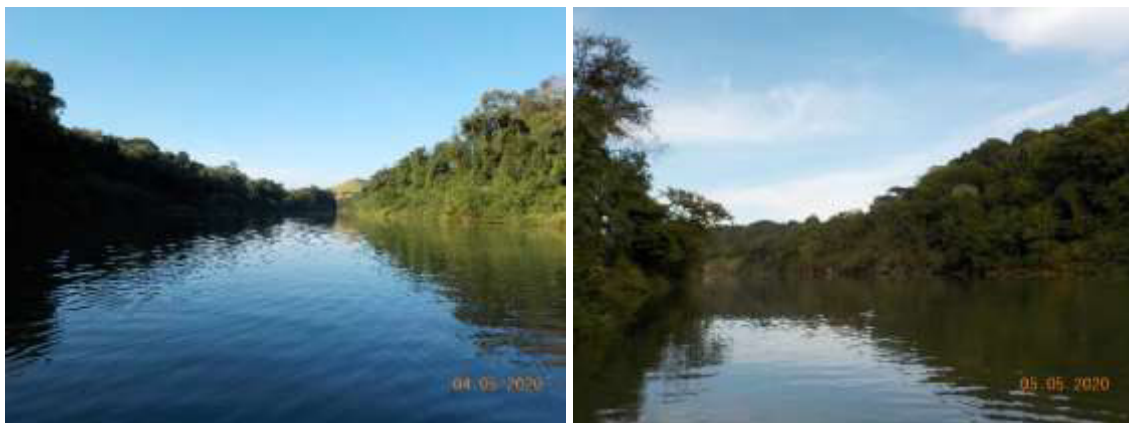


Figura 5.3.1.4 – Vista panorâmica do local de amostragem Jusante (JUS) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **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 no dia 05 de maio de 2020, nos cinco pontos de amostragem na subsuperfície e em duas camadas no local RES (Figura ), 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  $\mu\text{m}$ , 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  $\mu\text{m}$ . 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 0,09m<sup>2</sup> 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 serão 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  $\mu\text{m}$ , 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, será 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 1);

Tabela 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 2.

Tabela 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 desenvolvida. 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 3).

Tabela 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)	≤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)	≤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 <sup>3</sup> )	≤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 4).

Tabela 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

Variáveis “i”	Pesos Wi
Nitrog. Inorg. Total (mg/L)	08
Clorofila-a (mg/m <sup>3</sup> )	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).

Tabela 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):

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

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

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

Para ambientes lênticos (reservatórios):

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

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

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

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 será calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET, sendo informado qual variável foi utilizada no cálculo. A classificação do estado trófico será dada conforme 5.3.2.1.

Tabela 5.3.2.1 – 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 <sup>3</sup> )	Clorofila- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Fósforo Total (mg/m <sup>3</sup> )	Clorofila- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )
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

## **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 m<sup>3</sup>/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**

O objetivo geral deste programa é:

- 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.

O objetivo específico é:

- 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 II aproveita a Vazão Mínima Remanescente de 1,84 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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. O Programa de Monitoramento da Flora é um importante instrumento para compreender os efeitos da formação do reservatório sobre a comunidade da flora na APP do reservatório.

### 7.2 OBJETIVOS

O monitoramento da flora visa garantir o acompanhamento dos processos de crescimento dos indivíduos da atual APP do reservatório, assim como monitora-los para elencar os reais impactos. Possibilita a manutenção das espécies raras e ameaçadas de extinção nos ecossistemas regionais, além de acompanhar a fenologia das mesmas.

### 7.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

#### *Áreas Amostrais*

Desde o início da operação da PCH Cantu 2 em 2015, 10 parcelas de flora (100 m<sup>2</sup>) foram alocadas ao longo da APP do reservatório e são monitoradas constantemente desde então (Figura 7.3.1) (Tabela 7.3.2). No ano de 2019, foram realizadas mais duas campanhas de monitoramento, uma em abril (outono) e outra em outubro (primavera), totalizando 10 campanhas de monitoramento ao longo de três anos. 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

### *Métodos empregados*

Dando continuidade as campanhas semestrais de Monitoramento da Flora, foi realizada uma campanha em abril de 2020, totalizando 13 campanhas de monitoramento ao longo de cinco anos.

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 7.3.1). A circunferência do tronco ou circunferência altura do peito (CAP), foi medida em centímetros, com auxílio de uma fita métrica (Figuras 7.3.2 e Figura 7.3.3). A altura foi estimada em metros e cada indivíduo foi marcado com uma placa seriada, fixada no tronco com pequenos pregos ou grampos (Figura 7.3.4).

A identificação botânica dos indivíduos arbóreos bem como suas respectivas famílias foi realizada em campo, através do conhecimento técnico 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 7.3.1 - Anotação de dados biológicos em planilha de flora.



Figura 7.3.2 - Medição de 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, em relação aos anos anteriores.

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.

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

#### 7.4 CONSIDERAÇÕES

As taxas de mortalidade dos indivíduos X taxa de recrutamento de novos indivíduos nas unidades amostrais nas duas margens (ME e MD) em sua maioria estão relacionados ao pastejo de animais de pecuária, registrados durante a campanha adicionados às más condições do cercamento da APP do empreendimento. Desta forma O processo de regeneração (indivíduos novos) vem sendo prejudicado pela presença de animais. Assim, a recuperação das cercas e impedimento da entrada desses animais, são imperativos para as esperadas melhoras nas taxas de natalidade. *(O processo de recuperação das cercas já vem sendo executado pelo Empreendedor)*

Também como exposto em relatórios anteriores podemos destacar que a mudança na dinâmica florestal como um todo, principalmente na area adjacente ao reservatório artificial devido a alteração ambiental de fatores bióticos e

---

abióticos, podem resultar na seleção de espécies mais tolerantes a ambientes com maior aporte de água próximo as raízes.

Desta forma espera-se que, com o estabelecimento de um maior controle da nova APP, que se encontra em processo de sucessão ecológicas, essas áreas alvo do monitoramento da flora com certeza irão apresentar dados mais positivos, com ganhos na biomassa e também na biodiversidade local.

***Os resultados consolidados serão apresentados no Relatório anual ao final de 2020***

## 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 4 e 6 de maio de 2020 foi realizada campanha 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  $24^{\circ}45'6,87''S/52^{\circ}28'16,76''W$ . 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 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  $24^{\circ}45'3,00''S/52^{\circ}29'33,2''W$ , 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 agrícola e de pecuária estão presentes (Figura 8.3.1.4).

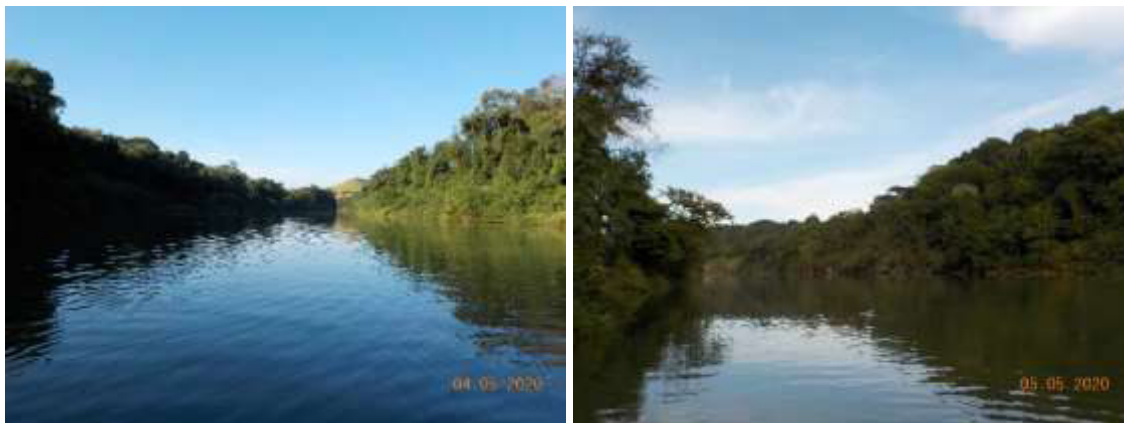


Figura 8.3.1.4 – Vista panorâmica do local de amostragem Jusante (JUS) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

- **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  $24^{\circ}45'57,1''S/52^{\circ}25'49,5''W$ , 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). Os apetrechos de pesca foram instalados às 16 horas, revistados às 22 horas e retirados às 8 horas da manhã do dia seguinte, nos cinco locais de amostragem. Contudo com a formação do reservatório o esforço foi modificado, utilizando-se redes de espera com as malhagens descritas anteriormente, porém instaladas em diferentes estratos (superfície, fundo e margem).

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, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. O enquadramento taxonômico das

espécies será baseado na classificação proposta por Britski et al. (1999) e Reis et al. (2003). De cada indivíduo serão obtidos o comprimento total e padrão, peso, sexo, grau de repleção estomacal (GR) e estágio de maturação gonadal.

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

Para fins de análise, a abundância das espécies será indexada pela captura por unidade de esforço (CPUE) em número (número de indivíduos por 1.000 m<sup>2</sup> de rede em 16 horas) e peso (kg por 1.000 m<sup>2</sup> 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 serão plotadas em gráficos para avaliar as variações espaciais.

Os atributos da assembleia de peixes serão expressos pela riqueza (número) de espécies, a equitabilidade e o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988), que serão calculados para cada local em separado. O índice de Shannon ( $H'$ ) é definido como  $H' = -\sum_{i=1}^s (p_i) \times \ln p_i$ , onde:  $s$  = número de espécies; e  $p_i$  = proporção da espécie  $i$ . A equitabilidade ( $E$ ) será calculada de acordo com a expressão  $E = \frac{H'}{\ln S}$ , onde:  $H'$  = índice de diversidade de Shannon e  $S$  = número de espécies. A riqueza, equitabilidade, índice de diversidade de Shannon serão calculadas utilizando o software Pc-Ord 4.0 (MacCune & Mefford, 1999).

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.



Figura 8.3.1.1 – Aplicação dos apetrechos de pesca: redes de espera e espinhel na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.



Figura 8.3.1.2 – Aplicação dos apetrechos de pesca: tarrafa e covo na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

As coletas foram realizadas entre os dias 04 e 06 de maio, foi possível realizar todos os procedimentos de coletas em todos os locais de amostragem, salvo o arrasto marginal que foi realizado nos locais RES e JUS, os demais locais apresentaram inviabilidade das margens como estruturas físicas, inclinação

---

acentuada, rochas, troncos e corredeiras. A coleta de água nos locais da área de influência da PCH Cantu 2 e nos poços de amostragem, foi realizada no dia 05 de maio, exceto o P02 que encontra-se desativado, inviabilizando a coleta, uma vez que o objeto de estudo é a água do lençol subterrâneo.

Os resultados da campanha de abril de 2020 do programa de Monitoramento da Ictiofauna estão apresentados no ANEXO I.

## **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 que nesse processo haja o constante monitoramento dessa 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 nova realidade criada, nesse caso a 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 abril de 2020. Esta amostragem contemplou a estação do outono, período de poucas chuvas na região, com clima bastante estável.

#### **9.3.1 Áreas Amostrais**

Durante a campanha de monitoramento de fauna da PCH Cantu 2 realizada em abril 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 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 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 abril 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 352528/7262352)

*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)

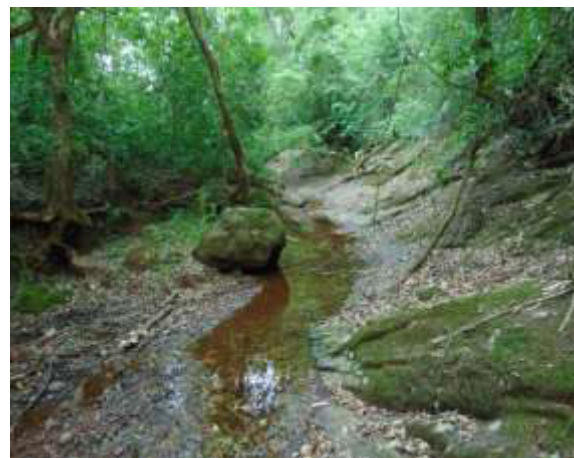


Figura 9.3.24 – Córrego florestal (MD02, 22J 354232/7264573)





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 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 624 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.

- **Mastofauna**

Em abril de 2020 foi realizada uma campanha 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 Paglia *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.

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)

- **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 abril de 2020 do programa de Monitoramento da fauna Terrestre estão apresentados no ANEXO II.

## **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, para serem realizadas no 1º semestre de 2020 encontram-se paralisadas devido ao COVID 19.



---

## 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 serem realizadas no 1º semestre de 2020 encontram-se paralisadas devido ao COVID 19.

### 11.2.5 Considerações

As atividades previstas de visita aos proprietários, para serem realizadas no 1º semestre de 2020, encontram-se paralisadas devido ao COVID 19.

A Cantu Energética aguarda as orientações/recomendações da Secretaria de Saúde do Estado Paraná quanto aos procedimentos de contenção do COVID19 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 dos.

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.

## 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 Corredor de mata ciliar na porção final do reservatório. – <b>Rio Azul</b></p>



	<p>Figura 11.4.4 – Vistoria na área reservatório Monitoramento na APP - Placa sinalizadora - Plantio</p>
	<p>Figura 11.4.5 - Vistoria na área reservatório Monitoramento na área do reservatório Zona de Segurança – Boias sinalizadoras</p>
	<p>Figura 11.4.6 - Vistoria na área reservatório Monitoramento da APP Vistoria de cerca divisória junto a APP.</p>



Figura 11.4.7 - Vistoria na área reservatório  
Porcesso de recuperação das cercas que fazem divisa com a APP do reservatório



Figura 11.4.8 - Vistoria na área reservatório  
Porcesso de recuperação das cercas que fazem divisa com a APP do reservatório

---

## 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.



### MARGEM ESQUERDA

<b>Código</b>	<b>Nome da propriedade</b>	<b>Nome do proprietário</b>	<b>Status do Processo</b>
1	Fazenda Guapiara	Agropecuária Guapiara Ltda.	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
2	Fazenda Burro Branco	João Maurício Virmond	A área desapropriada judicialmente <u>(processo em andamento)</u>
3	Assentamento Chapadão Lote 03	Eloir Machado	Processo aprovado/concluído junto ao INCRA
4	Assentamento Chapadão Lote 04	Antônio Chaves de Macedo	Processo aprovado/concluído junto ao INCRA
5	Assentamento Chapadão Lote 05	Romildo Ricardo	Processo aprovado/concluído junto ao INCRA
6	Assentamento Chapadão Lote 08	Herdeiros de Germano Pontes Pereira	Processo aprovado/concluído junto ao INCRA
7	Assentamento Chapadão Lote 10	Joaquim Mendes dos Santos	Processo aprovado/concluído junto ao INCRA
8	Assentamento Chapadão Lote 11	José Dirceu dos Santos	Processo aprovado/concluído junto ao INCRA
9	---	Aloise Luczynski / Geneci J. Mendes e outros	A área desapropriada judicialmente <u>(processo em andamento)</u>
10	---	Zelia M. C. Lorenzetti	A área desapropriada judicialmente (desapropriação judicial concluída)

### MARGEM DIREITA

<b>Código</b>	<b>Nome da propriedade</b>	<b>Nome do proprietário</b>	<b>Status do Processo</b>
11	Fazenda Cancã de Baixo	Tadeu Voroniuk	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
12	Sítio São José	Família Couto (Acir e outros)	A área desapropriada judicialmente <u>(processo em andamento)</u>
13	Sítio São José	José Ferreira Couto	A área desapropriada judicialmente <u>(processo em andamento)</u>

14	Fazenda Três Fronteiras	Fernando Mariot	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
15	---	Juarez Borgio	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
16	Fazenda Caroline	Priscila Flores Arantes	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
17	Sítio Santo Antonio	Airton Antonio Agnolin	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
18	Sítio do Poço do Quirino	Herdeiros de João Fitz	A área desapropriada judicialmente <u>(processo em andamento)</u>
19	Sítio Santa Maria	Jamil Rocier	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
20		Carmo Fidelis da Silva e outros	A área desapropriada judicialmente (já há acordo nos autos, aguardando apenas o registro da desapropriação)
21	Sítio Santa Rita	Sebastião Albari Galvão	A área desapropriada amigavelmente <u>(regularização de uma das glebas ainda pendente)</u>
22		Ivo de Marco e outros	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>
23	Fazenda Cantilado	Robert Tonet	A área desapropriada amigavelmente <u>(concluído)</u>

## **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

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.

A Cantu Energética, em cumprimento à referida Lei, realiza inspeções mensais e anuais no empreendimento.

As instalações civis, barragem e casa de força, são 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.

Anualmente são 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.

#### 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.

Conforme exigência da Resolução Normativa nº 696 de 15/12/2015, após 05 anos do início de operação da usina deve ser realizada uma Revisão Periódica de Segurança - RPS. Entretanto devido ao COVID 19 a programação desta revisão está prevista para ser realizada no 2º semestre de 2020.

## **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 ano de 2019 os resíduos foram acondicionados na Central de Resíduos (Figura 14.3.1). Os resíduos recicláveis são 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.

Os resíduos contaminados são encaminhados para empresas especializadas. Em maio de 2020 a empresa Proluminas Lubrificante Ltda realizou a coleta de 700 litros de óleo. O certificado de coleta de óleo usado ou contaminado está apresentado no ANEXO V.

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 nº pequeno 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 1,84m<sup>3</sup>/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 IPHA.

- **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 VI)

**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 anode 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 Brenndad 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 REFERÊNCIAS

- APHA – American Public Health Association 2017. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. Washington. 23th edition.
- 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.
- 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. 227p.
- BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. 2005. Gêneros de algas continentais do Brasil (Chave para identificação e descrições). São Carlos. Ed. Rima. 489p.
- BOURRELLY, P. 1972. Lês Algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Les algues vertes. Ed. N. Boubée, 570p.
- BRITSKI, H. A., SATO, Y.; ROSA, A. B. S. 1999. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chave de identificação para os peixes da bacia do rio São Francisco). ed.3. Brasília: CODEVASF, 115 p.
- BUZZI, Z. J. 2002. Ordem Collembola, Cap. 4. Entomologia Didática. Paraná, Editora UFPR, 343 p.
- CARLSON, R. E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. Vol. 22 (2) p. 361-369.
- CARMOUZE, J.P. 1994. O metabolismo dos ambientes aquáticos. São Paulo. Fapesp.
- 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.
- CETESB, Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. 2003. Relatórios de Qualidade de águas interiores do estado de São Paulo. CETESB, São Paulo. 271p. Série relatórios.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). The CITES Appendices. Nov. 2019. 2020. Disponível em: <http://www.cites.org/>. Acesso em: 09 de mai. 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: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>, 2013.
- COSTA, C.; IDE, S. & SIMONKA, C.E. Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação. Ribeirão Preto. Holos. 2006, 249 pp. Eckhardt, R. R., Diedrich,

- V. L., Ferreira, E. R., Strohschoen, E., & Demaman, L. C. 2008. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. *Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v, 4(1).
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. 1997. Manual de identificação de Cladocera límnicos do Brasil. Brasília, Editora Universa. 156p.
- FROST, D. Amphibian Species of the World 6.0, an Online Reference. 2020. Disponível em: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Acesso em: 09 de mai. 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.
- 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.
- HAHN, N.S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L. DE; 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.
- 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.
- HANZEN, H.P. & ABEL, R. 1999. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. & Almgreen, T. (eds). *Methods of seawater analysis*. Weinhein, Verlag Chemie. p. 159-228.
- 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



- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. 2004. Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do estado do Paraná: no período de 1999 a 2004. Curitiba. 74p.
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. 2020. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 09 de mai. 2020.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria Die Radertiere Mitteleuropas begründet von Max Voigt – Monogononta. 2. Auflage neubearbeitet von Walter Koste. Berlin: Gebrüder Borntraeger. v.1.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological methodology. New York, NY: Harper and Row Publishers Inc., 654 p
- KREBS, C.J. 1999. Ecological methodology. 2. ed. New York: Benjamin/Cummings.
- LAMPARELLI, MARTA 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.
- MACKERETH, F.J.H.; Heron, J.; Talling J.F. 1978. Water analysis: some methods for limnologists. Freshwater Biological Association Scientific Publications.
- MAGURRAN, A.E. 1988 Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, London. 179 p.
- MATSUMURA-TUNDISI & T., TUNDISI, J. 1986. Preliminary studies in a lacustrine environment. In: Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. Oecology. Berlim, no. 25, p. 265-270.
- MCCAFFERTY, W. P. (1981). Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. London: *Jones and Bartlett*.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. 1999. Multivariate analysis of ecological data, version 4, MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon.
- 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). 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.
- MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L. and Baptista, D. F. 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos. Rio de Janeiro: Techinal Books. 176 p.
- OTA, R. R., DEPRÁ, G. C, GRAÇA, W. J AND PAVANELLI, C. S. 2018. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. *Neotropical Ichthyology*, v. 16, n. 2.
- Paglia, A. P. et al. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. *Occasional Papers in Conservation Biology* 6:1-76.
- PÉREZ, G. A. R. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá: Fondo Fen Colômbia, Colciencias/Universidad de Antioquia.
- 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.
- REID, J. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da ordem Cuclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm Zool., Univ. de São Paulo* p. 17-143.
- REIS, N. R. et al. (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. 437p.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. E FERRARIS, C. J. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and central América. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742 p.
- 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.
- 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.
- SEGRS, H., & DUMONT, H. J. (1995). 102+ rotifer species (Rotifera: Monogononta) in Broa reservoir (SP., Brazil) on 26 August 1994, with the description of three new species. *Hydrobiologia*, 316(3), 183-197.
- SENDACZ, S. & KUBO, E., 1982, Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. *B. Inst. Pesca*, 9: 51-89.

- 
- SILVEIRA, FA., MELO, GAR. and ALMEIDA, EAB., 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. F.A. Silveira, Belo Horizonte, 252 pp.
- SOMA & CANTU ENERGÉTICA S.A. 2012. Solicitação de autorização para captura, coleta e transporte de animais silvestres para o programa de monitoramento da ictiofauna.
- SOMA. Monitoramento de fauna terrestre da PCH Cantu 2 – Relatório Parcial: Campanha 01 a 06. Relatório Técnico. Curitiba, 2015.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2nd edition. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada. 310 pp.
- UETZ, P.; FREED, P.; HOSEK, J. The Reptile Database. Dec. 2019. 2019. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/>. Acesso em: 09 de mai. 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.
- VAZZOLER, A.E.A. DE M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM/SBI/CNPq/Nupelia. 169p.

## **17 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



---

**18 ANEXOS**

ANEXO I – RELATÓRIO DE QUALIDADE DA ÁGUA E ICTIOFAUNA –  
CAMPANHA MAIO 2020



# PCH Cantu 2

## Relatório de Monitoramento



INEO – Instituto Neotropical de  
Pesquisas Ambientais

**Relatório Parcial X**

**Ano 2020**

**Fase Pós-enchimento**

Julho de 2020

**EQUIPE EXECUTORA****GILMAR BAUMGARTNER**

(Biólogo, Doutor em Ciências Ambientais)

**CLEODIMAR FERNANDES**

(Matemático, Mestre em Métodos Numéricos)

**DIRCEU BAUMGARTNER**

(Engenheiro Agrícola, Doutor em Ciências Ambientais)

**NYAMIEN YAHAUT SEBASTIEN**

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Recursos hídricos)

**PITÁGORAS AUGUSTO PIANA**

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Ciências Ambientais)

**ÉDER ANDRÉ GUBIANI**

(Engenheiro de Pesca, Doutor em Ciências Ambientais)

**TATIANA RODRIGUES DA SILVA BAUMGARTNER**

(Engenheira Química, Doutora em Engenharia Química)

**ADRIANA DA SILVA TRONCO JOHANN**

(Química, Doutora em Engenharia Agrícola)

**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)

**MARIA DO SOCORRO TENÓRIO BAUMGARTNER**

(Bióloga, Mestre em Ciências Ambientais)

**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)

**PEDRO ROGÉRIO LEANDRO DA SILVA**

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

**ROGÉRIO ANDERSON DRUZIAN**

(Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)

**EDIMAR GONÇALVES**

(Auxiliar de Pesquisa)

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVOS .....	4
3. ÁREA DE AMOSTRAGEM .....	5
3.1 Descrição dos Locais de Amostragem.....	6
4. METODOLOGIA .....	11
4.1 Limnologia e Qualidade da Água.....	11
4.2 Ictiofauna .....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1 Limnologia – Águas Superficiais .....	25
5.1.1 – <i>Temperatura da Água e do Ar</i> .....	25
5.1.2 – <i>Oxigênio Dissolvido</i> .....	25
5.1.3 – <i>Perfil de Oxigênio Dissolvido e Temperatura</i> .....	26
5.1.4 – <i>Condutividade Elétrica</i> .....	27
5.1.5 – <i>pH e Alcalinidade</i> .....	28
5.1.6 – <i>Turbidez e Transparência</i> .....	29
5.1.7 – <i>Fósforo Total e Clorofila-a</i> .....	30
5.1.8 – <i>Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Orgânico</i> .....	31
5.1.9 – <i>Nitrato e Nitrito</i> .....	32
5.1.10 – <i>DBO e DQO</i> .....	33
5.1.11 – <i>Sólidos Dissolvidos, Sólidos Totais e Sólidos Suspensos</i> .....	34
5.1.12 – <i>Cálcio e Cloretos</i> .....	35
5.1.13 – <i>Dureza e Magnésio</i> .....	36
5.1.14 – <i>Sulfato e Sílica</i> .....	37
5.1.15 – <i>Fenóis</i> .....	38
5.1.16 – <i>Óleos e Graxas</i> .....	39
5.1.17 – <i>Cádmio</i> .....	39
5.1.18 – <i>Chumbo</i> .....	40
5.1.19 – <i>Cromo</i> .....	40
5.1.20 – <i>Cobre Total</i> .....	40
5.1.21 – <i>Níquel Total</i> .....	41
5.1.22 – <i>Coliformes Totais e Fecais (Escherichia coli)</i> .....	41
5.1.23 – <i>Fitoplâncton</i> .....	42
5.1.24 – <i>Zooplâncton</i> .....	47
5.1.25 – <i>Macroinvertebrados Bentônicos</i> .....	52
5.1.26 – <i>Macrófitas Aquáticas</i> .....	57

---

5.1.27 – Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET)....	58
5.2 Limnologia – Águas Subterrâneas.....	59
5.2.1 – Temperatura da Água e Oxigênio Dissolvido .....	59
5.2.2 – Condutividade Elétrica e Turbidez.....	60
5.2.3 – pH e Alcalinidade .....	61
5.2.4 – Fósforo total e Ortofosfato (mg/L) .....	61
5.2.5 – Cálcio e Nitrato (mg/L) .....	62
5.2.6 – DBO e DQO .....	63
5.2.7 – Sólidos Totais Dissolvidos.....	64
5.2.8 – Cloretos e Dureza Total .....	64
5.2.9 – Ferro .....	65
5.2.10 – Manganês (mg/L).....	66
5.2.11 – Hidróxidos .....	66
5.2.12 – Coliformes Totais e Coliformes Fecais ( <i>E. coli</i> ) .....	66
5.3 Ictiofauna .....	67
5.3.1 – Levantamento ictiofaunístico.....	67
5.3.2 – Estratégia reprodutiva.....	68
5.3.3 – Padrões de dominância e abundância relativa .....	69
5.3.4 – Atributos da assembleia de peixes.....	72
5.3.5 – Estrutura geral da população .....	73
5.3.6 – Dieta das espécies .....	75
5.3.7 – Reprodução.....	80
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	82
7. REFERÊNCIAS.....	90
ANEXOS .....	96



## 1. INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento populacional necessita de alta demanda de água e energia elétrica, fato este que ocasiona, em várias regiões, problemas de escassez destes recursos. No Brasil, no ano de 2001, vários estados do país foram obrigados a entrar em um programa de racionamento de energia elétrica, que visava à economia de 20% no consumo.

A associação entre as construções de barramentos e o desenvolvimento econômico/industrial do Brasil tem como grande impulso e como principal objetivo a geração de energia elétrica (Tozzo et al., 2017). Atualmente, diversos importantes rios brasileiros são segmentados com inúmeras represas, proporcionando o surgimento de lagos artificiais (Esteves, 2011) e ocasionando grande instabilidade dos componentes limnológicos, bióticos e abióticos (Agostinho et al., 2016). Especificamente, metade do total da área confinada aos reservatórios no Brasil pertence à drenagem do alto rio Paraná, sendo uma das bacias hidrográficas mais barradas do mundo (Agostinho et al., 2008, Tozzo et al., 2017).

Assim, os efeitos destas atividades de manipulação ambiental, resultam em diferentes modificações nas características físicas, químicas e biológicas (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, 2011; Lansac-Tôha et al., 1999; Tundisi et al., 1999). Entre os fatores que são mais alterados, 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 e as estruturas das comunidades aquáticas (Thomaz et al., 1997).

Dos fatores limnológicos, são alterados principalmente a composição de nutrientes e as formas de fósforo e nitrogênio, uma vez que a constituição das algas também se altera, elevando o consumo e/ou produção dos mesmos, assim como a demanda de oxigênio dissolvido no meio aquático (Esteves, 2011). 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 zooplânctônica que predominavam antes do

represamento e que estavam adaptadas a uma condição lótica, podem ser substituídas por aquelas típicas de ambientes lênticos.

A formação dos reservatórios provoca reestruturação 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 e 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 Programa de Monitoramento Limnológico, da Qualidade da Água e Ictiofauna da PCH Cantu 2, no período pós-represamento, 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 relatório, referem-se ao mês de maio de 2020, contemplando comparações entre os locais de coleta, fornecendo informações sobre as variações espaciais dos parâmetros físicos e químicos da água, fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos, macrófitas aquáticas, e também da abundância, composição, dieta e reprodução da ictiofauna.

## **2. OBJETIVOS**

O presente relatório visa a apresentação dos resultados do Programa de Monitoramento Limnológico, Qualidade da Água e Ictiofauna da PCH Cantu 2, no rio Cantu, obtidos entre os dias 04 e 06 de maio de 2020, período posterior à formação do reservatório da PCH Cantu 2.

### 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 km<sup>2</sup> (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)**: corresponde a área entre o barramento e a saída da água da casa de força, entre os municípios de 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 no município de Laranjal; 4) **Poço 04 (P04)**: na parte central do reservatório (Figura 1).

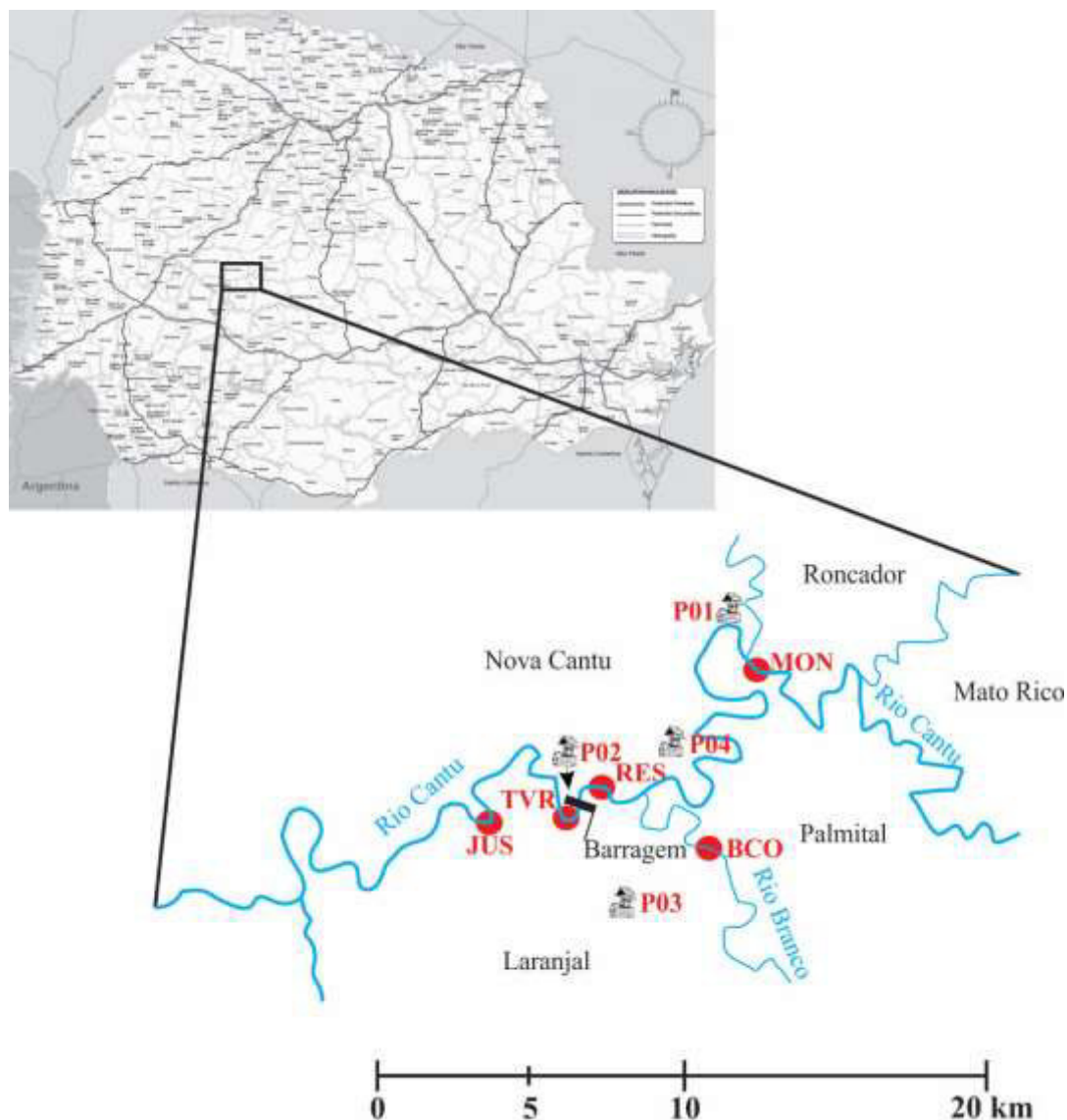


Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem (MON= Montante; RES= Reservatório; TVR= Trecho de Vazão Reduzida; JUS= Jusante BCO= Rio Branco; P01= Poço 01; P02= Poço 02; P03= Poço 03; e P04= Poço 04, na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

### 3.1 Descrição dos Locais de Amostragem

**Montante:** O local Montante está compreendido entre os municípios de Nova Cantu e Palmital, nas coordenadas  $24^{\circ}42'18,9''S/52^{\circ}25'25,4''W$ , próximo ao tributário rio Azul, que faz divisa entre os municípios de Nova Cantu e Roncador, a partir deste ponto o rio Cantu tem caráter lóxico, 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 2).



Figura 2 – 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 ( $24^{\circ}44'42,75''\text{S}/52^{\circ}26'06,3''\text{W}$ ), 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 3).



Figura 3 – 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  $24^{\circ}45'6,87''\text{S}/52^{\circ}28'16,76''\text{W}$ . É uma região de declive acentuado entre



duas corredeiras. O entorno apresenta propriedades que desenvolvem atividades de pecuária e agricultura nas duas margens (Figura 4).



Figura 4 – 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  $24^{\circ}45'3,00''\text{S}/52^{\circ}29'33,2''\text{W}$ , apresenta as mesmas características físicas do local anterior, com a vegetação marginal presente em aproximadamente 30m de largura, fundo rochoso e remanso. No entorno atividades agrícola e de pecuária estão presentes (Figura 5).

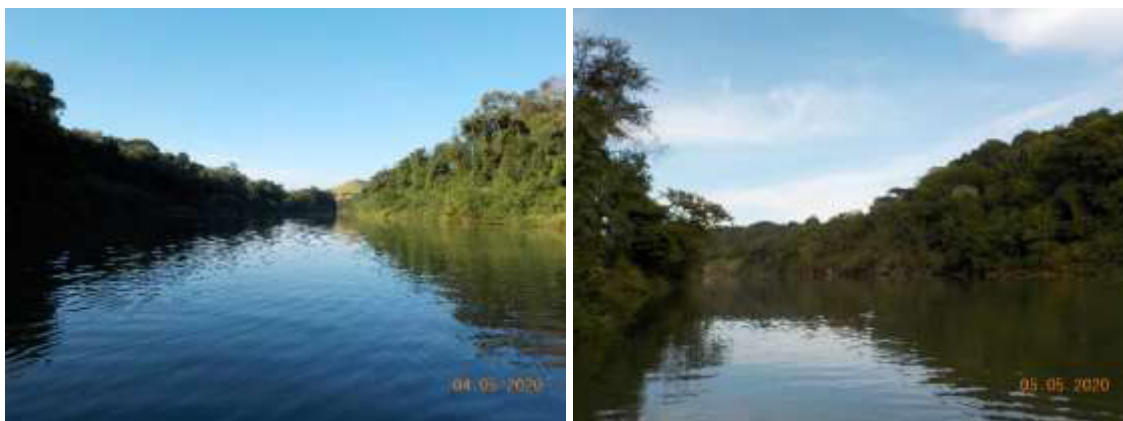


Figura 5 – Vista panorâmica do local de amostragem Jusante (JUS) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

**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  $24^{\circ}45'57,1''\text{S}/52^{\circ}25'49,5''\text{W}$ , e situa-se no trecho lóxico logo acima do reservatório. As margens são preservadas, com vegetação ripária densa. No entorno estão presentes propriedades pecuaristas e de agricultura (Figura 6).



Figura 6 – Vista panorâmica do local rio Branco (BCO), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

**Poço 01:** Este poço está localizado na propriedade do Sr. Antônio Borgio, mesma propriedade em que é acessado o local de Montante na margem direita do rio Cantu, nas coordenadas  $24^{\circ}42'23,21''S/ 52^{\circ}25'23,56''W$ , 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 (Figura 7).



Figura 7 – Poço 01 próximo ao local Montante.

**Poço 02:** Este poço foi perfurado em 22/01/2014, está localizado ao lado do escritório construído no canteiro de obras da PCH Cantu 2 nas coordenadas  $24^{\circ}44'42,3''S/ 52^{\circ}28'18,7''W$ , a uma altitude de 442 metros e aproximadamente 300 metros distante do reservatório, na margem direita. Este 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 (Figura 8). Em função do término da obra, atualmente encontra-se desativado, não sendo possível a realização da amostragem.



Figura 8 – 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 da PCH Cantu 2. Este poço apresenta 206 metros de profundidade e em épocas de seca é necessário fazer rodízio para que todas as casas sejam abastecidas (Figura 9).



Figura 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 e capacidade de vazão de 4 m<sup>3</sup>/h (Figura 10).





Figura 10 – Poço 04 na propriedade do Sr. José Carlos Gomes.

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1 Limnologia e Qualidade da Água

As coletas de água foram realizadas no dia 05 de maio de 2020, em cinco locais de amostragem na subsuperfície, no local Reservatório (**RES**) em três profundidades, e também nos poços, sendo que os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos foram determinados (Tabela 1):

Tabela 1 - Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas no rio Cantu e tributário, na área de influência da PCH Cantu 2.

PARÂMETRO	UNIDADE	COLETA	PRESERVAÇÃO	MÉTODO DE ANÁLISE	APARELHO	REFERÊNCIA
Alcalinidade total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gran	pHmetro	APHA (2017)
Cádmio	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Absorção atômica	Cromatógrafo	APHA (2017)
Cálcio	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)
Chumbo	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Absorção atômica	Cromatógrafo	APHA (2017)
Cloretos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)
Clorofila <i>a</i>	µg/L	Garrafa	Protegido da Luz	Colorimétrico	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Cobre total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Absorção atômica	Cromatógrafo	APHA (2017)
Coliformes totais e fecais	NMP/100mL	Frasco	Refrigerado	Colorimétrico/tubos múltiplos	Lâmpada UV	APHA (2012)
Condutividade elétrica	µS/cm	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Sonda multipamétrica	Esteves (1998)
Cromo	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Absorção atômica	Cromatógrafo	APHA (2017)
DBO	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Incubadora DBO	APHA (2017)
DQO	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Digestão (refluxo fechado)	Digestor de DQO e espectrofotômetro	APHA (2017)
Dureza	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)



PARÂMETRO	UNIDADE	COLETA	PRESERVAÇÃO	MÉTODO DE ANÁLISE	APARELHO	REFERÊNCIA
<b>Fenóis</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	colorimétrico	Destilador	APHA (2017)
<b>Ferro total</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico	Cromatografia	APHA (2017)
<b>Fósforo total</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
<b>Magnésio</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)
<b>Manganês</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 22ª Edição, Método 3030 F SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B	ICP	APHA (2017)
<b>Nitrato</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (redução pelo cádmio)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
<b>Nitrito</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (reação com sulfanilamida)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
<b>Níquel</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP). SMWW, 22ª Edição, Método 3030 F SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B	ICP	APHA (2017)
<b>Nitrogênio Amoniacal</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (indofenol)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
<b>Nitrogênio orgânico</b>	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Digestão ácida e titulação alcalina com tiosulfato de sódio	Titulométrico	APHA (2017)

PARÂMETRO	UNIDADE	COLETA	PRESERVAÇÃO	MÉTODO DE ANÁLISE	APARELHO	REFERÊNCIA
Óleos e Graxas	mg/L	Garrafa	Refrigerado	SMEWW - 22° nd. 2012. Método: 5520-D	Estrato Soxlet	APHA (2017)
Ortofosfato	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	mg/L	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Oxímetro/Sonda	Esteves (2011)
Oxigênio dissolvido	% de Sat.	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Oxímetro/Sonda	Esteves (2011)
pH	-	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	pHmetro/Sonda	Esteves (2011)
Sílica total	mg/L	Filtrado <i>in situ</i>	Ácido nítrico	SMEWW - Método: 4500 SiO <sub>2</sub> -C	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Sólidos totais e Sólidos dissolvidos e suspensos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gravimétrico/Sonda	Estufa/Mufla	APHA (2017)
Sulfatos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	turbidimétrico	Turbidímetro	APHA (2017)
Temperatura da água	°C	<i>in situ</i>	-	-	Oxímetro/Sonda multiparamétrica	Esteves (2011)
Temperatura do ar	°C	<i>in situ</i>	-	-	Termômetro de bulbo	Esteves (2011)
Transparência	m	<i>in situ</i>	-	Visual	Disco de Secchi	Wetzel (2001)
Turbidez	NTUs	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Turbidímetro/Sonda	Esteves (1998)

- ✓ Fitoplâncton: as amostras quantitativas foram obtidas através da passagem de frascos de vidro na subsuperfície, sendo as amostras fixadas com lugol acético, Paralelamente, para auxiliar os estudos taxonômicos, foi realizada filtração de 200 litros de água em rede de plâncton de 20  $\mu\text{m}$  (Figura 11A), sendo que a quantificação foi feita com auxílio de microscópio invertido, utilizando-se de câmaras de sedimentação de 10,0 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  $\mu\text{m}$  (Figura 11B). 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, o qual possui acreditação ISO/IEC 17025, CRL n° 1356. Devido a 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<sup>a</sup> 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.
- ✓ 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 (Figura 11C), buscando avaliar os diferentes microhabitats (ambientes lóticos, remansos, margens e centro) e também draga tipo Petersen (Figura 11D) com área total de 0,09m<sup>2</sup> 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).

A avaliação da comunidade zooplanctônica foi realizada no Laboratório de Zooplâncton do INEO/GERPEL da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Campus de Toledo, com auxílio de câmara de Sedgewick-Rafter, sob microscópio óptico (Olympus CX 41) em uma faixa de ampliação de 10x a 100x. Alíquotas para contagem foram removidas de uma amostra com um volume padronizado (50 mL), usando uma micropipeta calibrada (2,0 mL). Pelo menos 50 indivíduos de amebas testáceas, rotíferos, cladóceros, formas jovens (náuplios e copepoditos) e adultos de copépodes foram contados, seguindo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23<sup>a</sup> edição (2017), de acordo com a norma ABNT/NBR ISO/IEC 17025/2017, segundo as diretrizes da PLZ-02-Metodologia de Análise de Zooplâncton, (formulário próprio) que descreve o procedimento de análise para as amostras de zooplâncton.

A densidade foi expressa em termos de organismos por metro cúbico de água filtrada (org./m<sup>3</sup>). A identificação foi realizada conforme Koste (1978), Sendacz & Kubo (1982), Reid (1985), Matsumura-Tundisi (1986), Segers (1995, 2007), Elmoor-Loureiro (1997, 2020), Silva (2003) e Souza (2008).

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 5.31) (MacCune & Mefford, 2006).

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 estimadas as suas áreas (Figura 12).



Figura 11 – Coleta de Fitoplâncton e Zooplâncton com rede de 20 e 68  $\mu$ m respectivamente (A; B); e macroinvertebrados bentônicos com “kick sampling” (C) e draga de Petersen (D) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.



Figura 12 – Método da varredura e registros 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 2);

Tabela 2 – 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 foi classificada em Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima (Cetesb, 2003), conforme o valor de IQA constante na Tabela 3.

Tabela 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

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 desenvolvida. Para essa matriz, reservatórios com diferentes características tróficas, morfológicas e hidrodinâmicas foram monitorados. Todas as variáveis foram submetidas à 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 4).

Tabela 4 – Matriz da Qualidade de água (Fonte: IAP, 2004).

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)	≤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)	≤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 <sup>3</sup> )	≤1,5	1,5-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	11,0-32,0	>32,0
Disco de Secchi (m)	≥3,0	3,0-2,3	2,2-1,2	1,1-0,6	0,5-0,3	<0,3
DQO (mg/L)	≤3,0	3,0-5,0	6,0-8,0	9,0-14,0	15,0-30,0	>30,0
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 (IQAR), as variáveis selecionadas receberam pesos distintos, em função de seus diferentes níveis de importância na avaliação da qualidade da água de reservatório (Tabela 5).

Tabela 5 – Variáveis selecionadas para cálculo do IQAR e seus respectivos pesos.

Variáveis “i”	Pesos W <sub>i</sub>
Déficit de Oxigênio (%)	17
Fósforo Total (mg/L)	12
Nitrog. Inorg. Total (mg/L)	08
Clorofila- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	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 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, e a classe de qualidade da água a que cada reservatório pertence é identificada através do valor do IQAR (Tabela 6).

Tabela 6 – 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, grande variedade e densidade de algumas espécies de algas, sendo que algumas espécies podem ser predominantes, tendência moderada a eutrofização, tempo de residência da água 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) foi 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):

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

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

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

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 Tabela 7.

Tabela 7 - 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 <sup>3</sup> )	Clorofila- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Fósforo Total (mg/m <sup>3</sup> )	Clorofila- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )
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

## 4.2 Ictiofauna

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 (Figura 13A), espinhéis (com 30 anzóis) (Figura 13B), covos (Figura 13C), tarrafas (Figura 13D) e arrasto (quando



possível). Os apetrechos de pesca foram instalados às 16 horas, revistados às 22 horas e retirados às 8 horas da manhã do dia seguinte, nos cinco locais de amostragem. Com a formação do reservatório o esforço foi modificado no ponto RES, utilizando-se redes de espera com as malhagens descritas anteriormente, porém instaladas em diferentes estratos, superfície, fundo e margem. As coletas foram realizadas entre 01 e 04 de maio de 2020.

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 Ota et al., (2018) e alguns exemplares de cada espécie foram depositados na coleção de ictiologia do Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE Campus de Toledo. O enquadramento taxonômico das espécies foi baseado na classificação proposta por Britski et al. (1999) e Reis et al. (2003). 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 (MLD), não migradoras ou migradoras de curta distância sem cuidado parental (SSP), não migradoras ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) e não migradores 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 1.000 m<sup>2</sup> de rede em 16 horas) e peso (kg por 1.000 m<sup>2</sup> 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.

Os atributos da assembleia de peixes foram expressos pela riqueza (número) de espécies, o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988) e a equitabilidade, que foram calculados para cada local em separado. O índice de Shannon (H') é definido como

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i) \times \ln p_i$$
, 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 riqueza, equitabilidade, índice de diversidade de Shannon foram calculadas utilizando o software Pc-Ord 5.0 (MacCune & Mefford, 1999).

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 de peixes foi definido de acordo com Hahn et al. (1997) e Hahn & Andrian (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.



Figura 13 – Aplicação dos apetrechos de pesca: redes de espera (A) e espinhel (B), tarrafa (C) e covo (D) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1 Limnologia – Águas Superficiais

### 5.1.1 – Temperatura da Água e do Ar

A temperatura da água exerce influência nos organismos aquáticos e nos demais parâmetros avaliados, nos peixes atua diretamente em seu metabolismo (respiração, circulação, digestão, reprodução, órgãos sensoriais, produção de hormônios e de anticorpos) e também na disponibilidade de oxigênio na água. Portanto, tem um papel importante no equilíbrio do sistema aquático.

No mês de maio de 2020 a temperatura da água variou de 15,9°C (RES F) a 22,7°C (RES S), enquanto que a temperatura do ar oscilou entre 15,0°C (JUS) e 24,0°C (RES, TVR e BCO) (Figura 14).

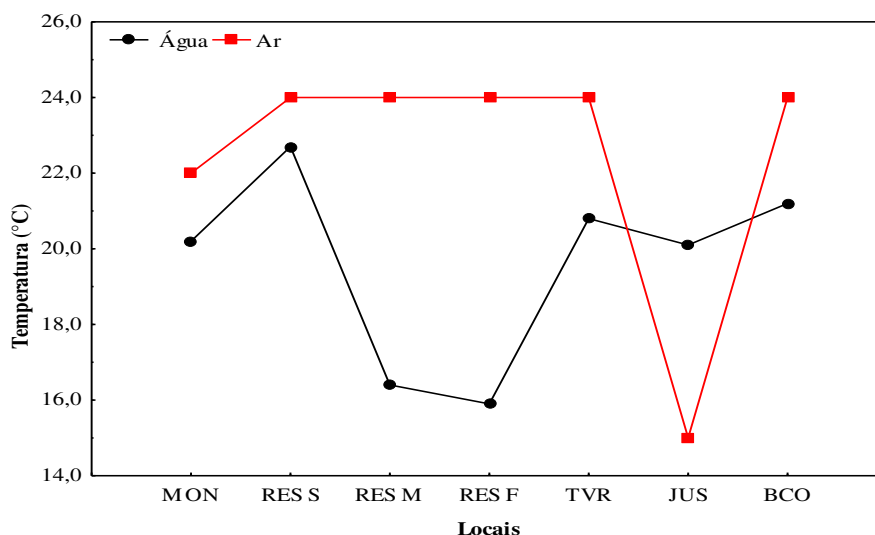


Figura 14 – Valores de temperatura da água e do ar (°C) na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo).

### 5.1.2 – Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de arejamento da água, sendo um excelente indicador de qualidade de água, e sua presença é de importância vital para os seres aquáticos aeróbios. Em maio as menores concentrações de oxigênio dissolvido foram registradas a partir do quinto metro de profundidade no Reservatório, variando de 0,96 a 0,21 mg/L até o fundo, e a maior 11,50 mg/L (BCO) (Figura 15). Durante o período

os locais RES M e F apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2, onde o oxigênio dissolvido não pode ser inferior a 5,00 mg/L. Para a percentagem de saturação o menor valor foi de 2,10% (RES F) e o maior 128,00% (BCO) (Figura 15). A resolução CONAMA n° 357/2005, não estabelece limites para este parâmetro.

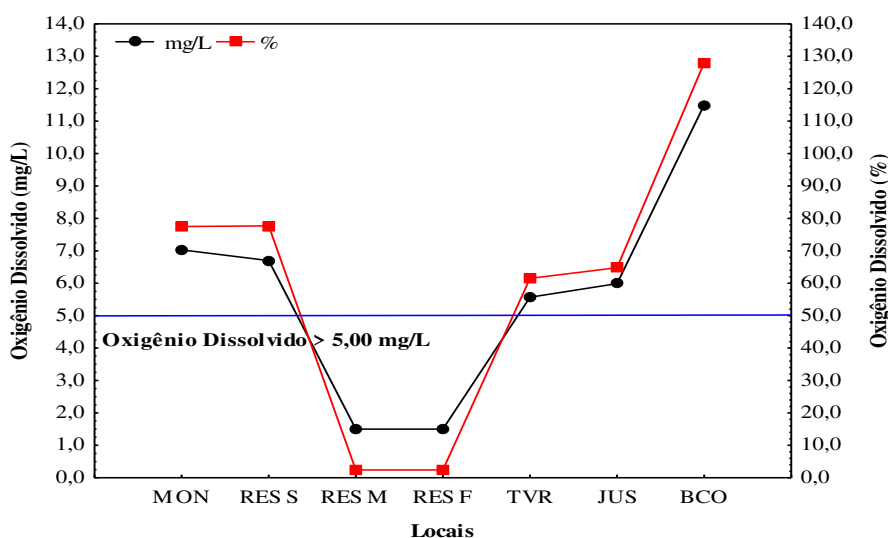


Figura 15 – Concentração de oxigênio dissolvido e percentagem de saturação na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA n° 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.3 – Perfil de Oxigênio Dissolvido e Temperatura

O perfil de oxigênio dissolvido avaliado a cada metro, sofreu grande alteração da superfície até a profundidade final de 21 metros, com valores oscilando de 6,75 a 0,21 mg/L (Figura 16A). Com relação à temperatura, o perfil avaliado a cada metro, revelou o maior valor na superfície (0 m) (22,7°C), reduzindo gradativamente até a profundidade de 21 m (15,9°C) (Figura 16B). Ficou evidente a estratificação tanto térmica, como de oxigênio dissolvido.

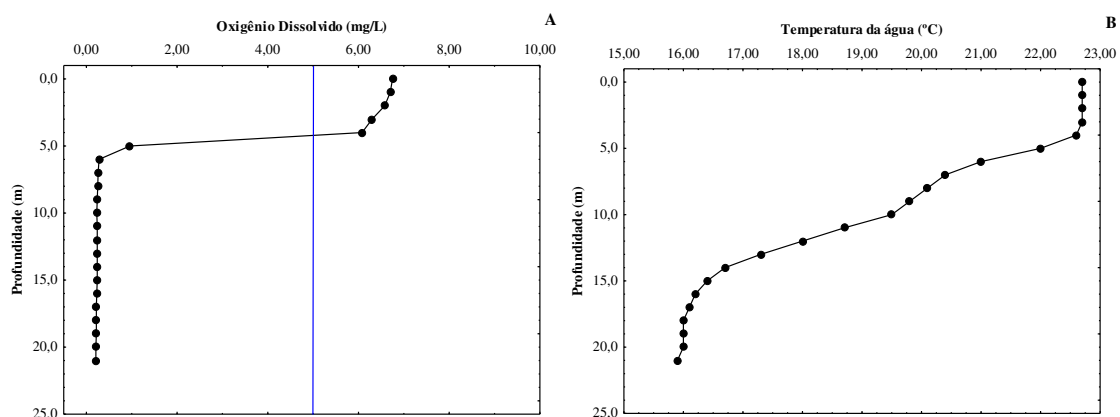


Figura 16 - Valores do perfil de oxigênio dissolvido (A) e temperatura da água (B) nas diferentes profundidades do reservatório na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. (—) Limite da CONAMA n° 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.4 – Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica está relacionada à concentração de íons dissolvidos no corpo de água, portanto, quanto maior a concentração dos íons dissolvidos, maior o valor da condutividade elétrica. No período avaliado, os valores da condutividade elétrica variaram de 56,70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (JUS) a 78,30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (RES F) (Figura 17). A resolução CONAMA n° 357/2005, não estabelece limites para este parâmetro.

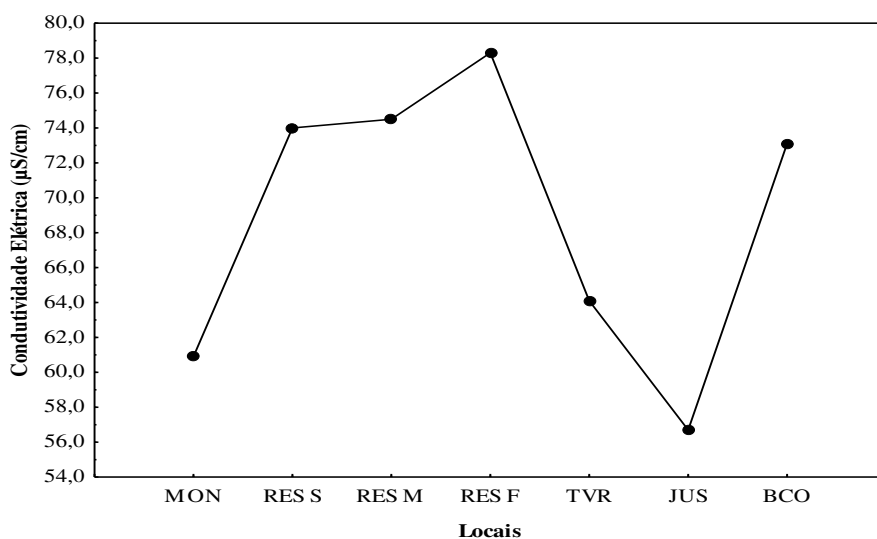


Figura 17 – Valores de condutividade elétrica na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020.



### 5.1.5 – pH e Alcalinidade

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água, sendo que o pH de uma amostra de água é a medida da concentração de íons Hidrogênio, o que determina a solubilidade (quantidade que pode ser dissolvida na água) e a disponibilidade biológica (quantidade que pode ser usada pela biota aquática) dos constituintes químicos, tais como os nutrientes (P, N e C) e metais pesados (Pb, Cu, Cd e outros).

Em maio, os valores do potencial de íons hidrogênio (pH) na água, oscilaram entre 6,82 (RES F) e 8,66 (BCO) (Figura 18). De acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2, os valores para o pH devem variar entre 6,00 e 9,00, dessa forma todos os locais apresentaram-se dentro do intervalo limite estabelecido pela resolução.

A alcalinidade é a capacidade da água em consumir ou neutralizar ácidos, sendo devida principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos, bromatos, silicatos, fosfatos e hidróxidos, formados pela ação do dióxido de carbono sobre os minerais do sedimento. Com relação à alcalinidade, os valores variaram de 30,63 mg/L (JUS) a 41,25 mg/L (RES F) (Figura 18). A resolução CONAMA nº 357/2005, não estabelece limites para este parâmetro.

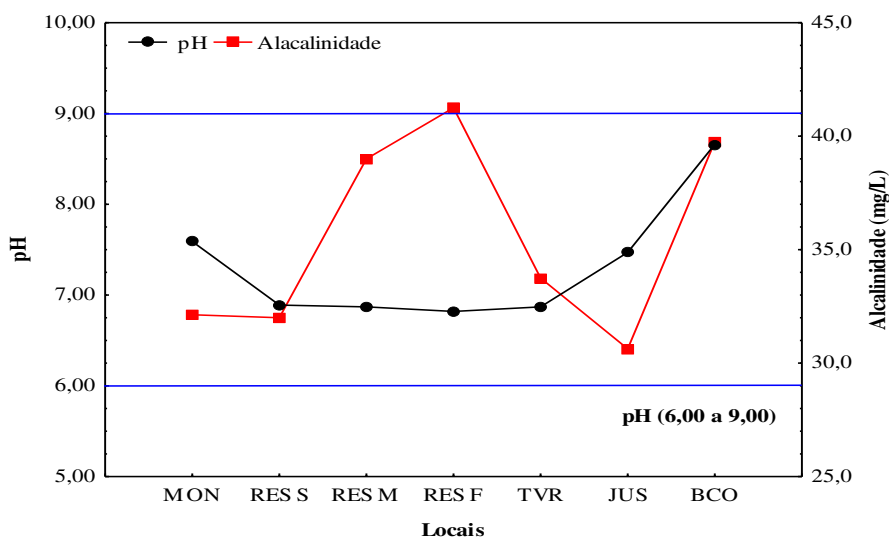


Figura 18 – Valores do potencial de íons hidrogênio e alcalinidade total na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA N° 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.6 – Turbidez e Transparência

A turbidez da água reflete o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão. Para a turbidez os valores oscilaram entre 0,93 NTU (MON) e 19,80 NTU (BCO) (Figura 17). Os valores observados encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 para corpos de Classe 2 ( $\leq 100$  NTU).

A transparência é a medição da penetração vertical da luz solar na coluna d'água com o disco de Secchi, é uma das mais antigas e básicas ferramentas usadas pelos limnólogos em todo o mundo. A transparência da água é afetada basicamente por algas e material em suspensão. Quando há muitos nutrientes na água, as algas multiplicam-se diminuindo a transparência. Do mesmo modo, quanto mais material em suspensão estiver presente, maior será a turbidez e, conseqüentemente, menor será a transparência. No mês de maio os valores de transparência variaram de 0,40 m (BCO) a 2,60m (JUS) (Figura 19). A resolução CONAMA N° 357/2005, não estabelece limites para este parâmetro.

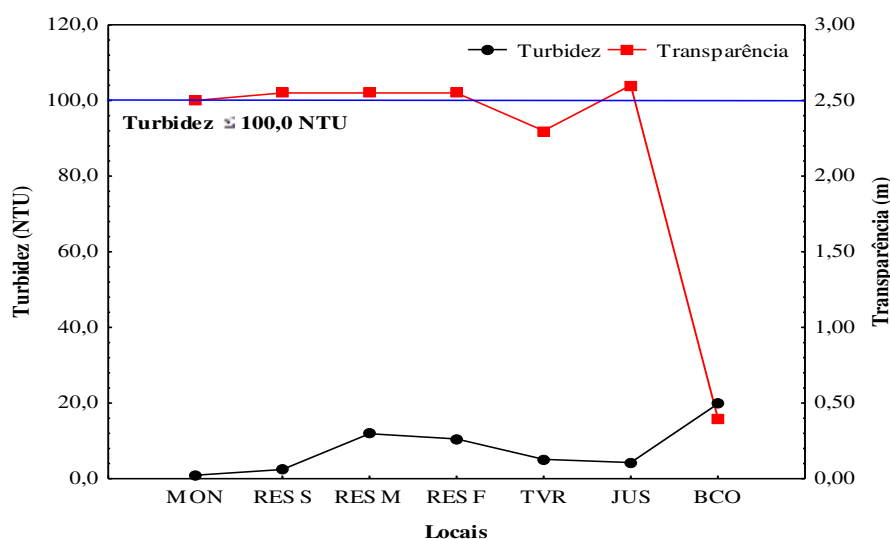


Figura 19 – Valores de turbidez (NTU) e transparência (m) na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA n° 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.7 – Fósforo Total e Clorofila-a

O fósforo é indispensável para o crescimento de algas, pois faz parte da composição de compostos celulares diretamente ligados ao armazenamento de energia da célula. Este composto é considerado como principal responsável pela eutrofização artificial do ecossistema aquático.

No mês de maio, as concentrações de fósforo variaram entre 0,005 mg/L (MON e RES M) e 0,040 mg/L (BCO) (Figura 20A). Os valores obtidos neste mês encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 ( $\leq 0,050$  mg/L), para águas de classe 2 para ambientes intermediários com tempo de residência entre 2 e 40 dias e seus tributários diretos.

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila-a é a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c* e *d*) e representa de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa de algas. Assim, a clorofila-a é considerada uma das principais variáveis indicadoras de estado trófico dos ambientes aquáticos.

Para clorofila-a foram registrados valores que oscilaram entre 0,96  $\mu\text{g/L}$  no local MON e 109,58  $\mu\text{g/L}$  no BCO (Figura 20B). Desta forma, o local BCO apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 30,0$   $\mu\text{g/L}$ ).

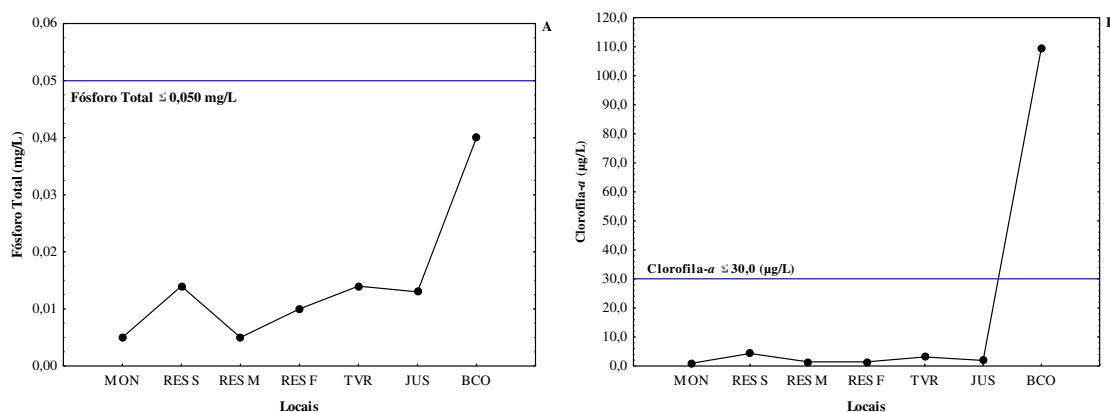


Figura 20 – Concentrações de fósforo total (A) e clorofila-a (B) na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA n° 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.8 – Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Orgânico

As formas nitrogenadas no ambiente aquático são encontradas de maneiras variadas, tanto na parcela orgânica, como na inorgânica, no material particulado ou no material dissolvido. As formas inorgânicas do nitrogênio são as predominantes, sendo o nitrogênio amoniacal ou amônia ( $\text{NH}_3$ ), nitrato ( $\text{NO}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ) e suas formas combinadas as mais comuns, além do nitrogênio total dissolvido ( $\text{N}_2$ ), que resulta do somatório de todas as formas (Esteves, 2011).

As concentrações de amônia variaram de 0,044 (MON) a 0,865 mg/L (RES F) (Figura 21), sendo assim, todos os locais apresentaram concentrações de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos de água da Classe 2 (3,70 mg/L para  $\text{pH} \leq 7,50$ ; 2,00 mg/L para  $7,50 < \text{pH} \leq 8,00$ ; 1,00 mg/L quando  $8,00 < \text{pH} \leq 8,50$  e 0,50 mg/L para  $\text{pH} > 8,50$ ).

No período analisado os valores de nitrogênio orgânico oscilaram entre 0,06 (BCO) e 0,59 mg/L (RES F) (Figura 21). Para esse parâmetro a resolução CONAMA nº 357/2005, não estabelece limites.

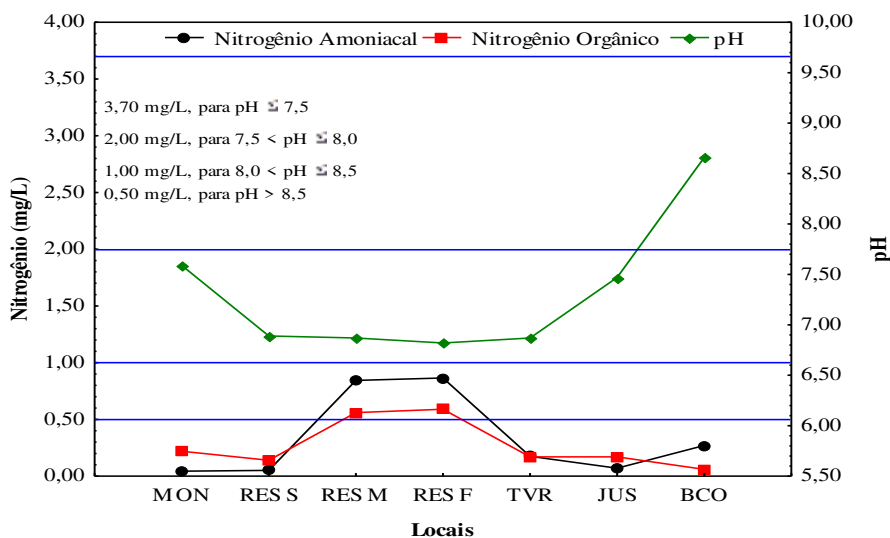


Figura 21 - Concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA nº 357/2005 – Classe 2 para nitrogênio amoniacal.

### 5.1.9 – Nitrato e Nitrito

O nitrato ocorre em quantidades pequenas em águas superficiais e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas. Nas águas residuais em geral é encontrado pouco nitrato, exceção feita aos efluentes do tratamento biológico. O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas e, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um processo de eutrofização. No período analisado as concentrações de nitrato variaram de 0,30 mg/L (MON) a 1,90 mg/L (RES F) (Figura 22). As concentrações observadas encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 10,00$ mg/L).

O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas 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, em sistemas aquáticos. 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.

As concentrações de nitrito variaram de 0,001 mg/L (RES M e F) a 0,006 mg/L (JUS) (Figura 22). De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2, é permitida a presença de até 1,00 mg/L de nitrito, sendo assim, todos os locais apresentaram-se dentro do limite.



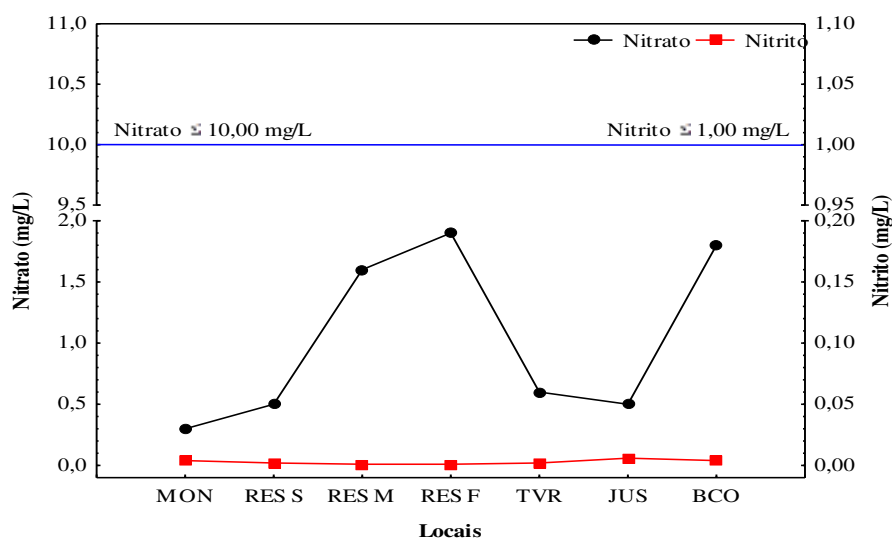


Figura 22 – Concentrações de nitrato e nitrito na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

#### 5.1.10 – DBO e DQO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) detecta a introdução de efluente ou de compostos orgânicos exógenos em corpos de água, enquanto a demanda química de oxigênio (DQO) detecta a introdução de efluente industrial em corpos de água e a atividade biológica causada pelo aumento da atividade fotossintética.

Em maio de 2020, os valores da DBO oscilaram entre 1,11 mg/L (MON) e 9,84 mg/L (BCO) (Figura 23), dessa forma, este local encontrou-se fora do limite estabelecido para esse parâmetro segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 o qual estabelece concentrações inferiores a 5,00 mg/L.

Para a DQO os valores oscilaram de 31,20 mg/L (TVR) a 135,2 mg/L (RES M) (Figura 23). Para este parâmetro, a resolução CONAMA Nº 357/2005 não prevê concentrações limites.

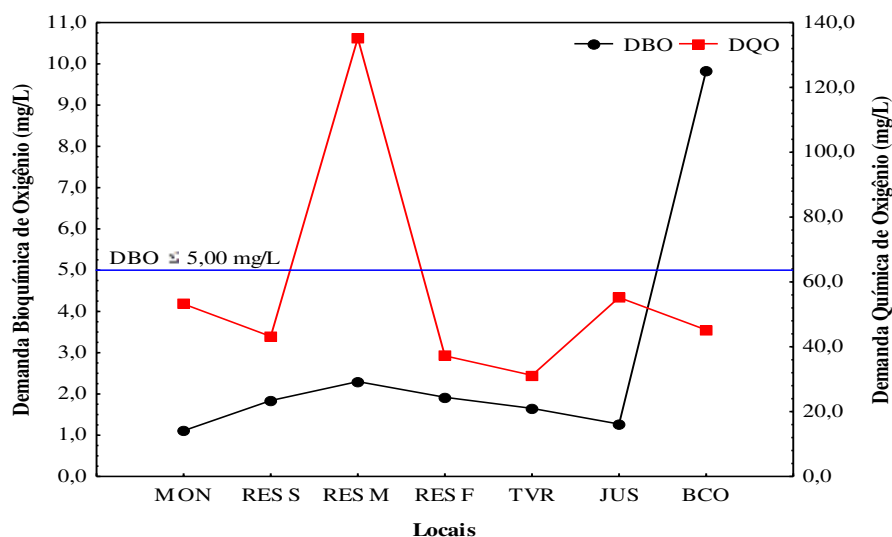


Figura 23 – Valores de DBO e DQO na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA N° 357/2005 – Classe 2.

#### 5.1.11 – Sólidos Dissolvidos, Sólidos Totais e Sólidos Suspensos

O material em suspensão é o material particulado não dissolvido, encontrado no corpo d'água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos (fito e zooplâncton). Sua principal influência é relacionada à diminuição na transparência da água, impedindo a penetração da luz.

O conjunto de sais dissolvidos na água (cloretos, bicarbonatos, sulfatos e outros em menor proporção) forma o conjunto dos sólidos dissolvidos totais na água. Os valores de sólidos dissolvidos oscilaram entre 33,75 mg/L (TVR) e 62,50 mg/L (BCO) (Figura 24). Todos os valores observados mostraram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 500,00$  mg/L).

Com relação aos sólidos totais, a concentração variou de 38,50 mg/L (TVR) a 82,00 mg/L (RES M) (Figura 24). Para este parâmetro, a Resolução CONAMA n° 357/2005 não prevê concentrações limites.

Os valores de sólidos suspensos foram todos inferiores ao limite de quantificação do método (LQM = 3,40 mg/L) nos locais MON, RES S e JUN, sendo o menor valor encontrado de 7,10 mg/L no TVR e o maior no local BCO (13,20 mg/L) (Figura 24). Para este parâmetro, a Resolução CONAMA n° 357/2005 não prevê concentrações limites.

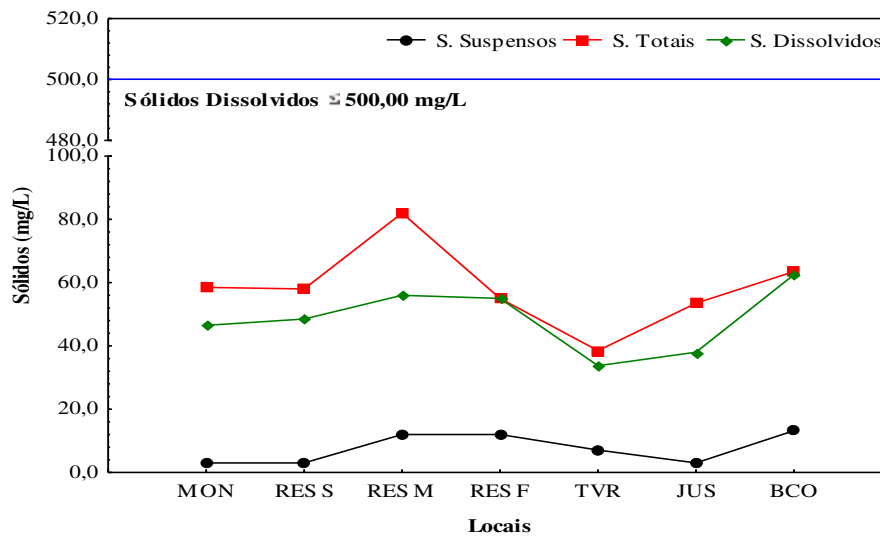


Figura 24 – Concentração de sólidos dissolvidos, sólidos totais e sólidos suspensos na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA N° 357/2005 – Classe 2.

#### 5.1.12 – Cálcio e Cloretos

O íon cálcio é um dos cátions comumente encontrados em maiores concentrações em sistemas de água doce, este composto oriundo predominantemente de minerais como: gesso, dolomita e carbonato de cálcio em diferentes formas minerais (calcita e aragonita). Os íons cálcio e magnésio contribuem para o parâmetro agregado conhecido como dureza da água. As concentrações de cálcio oscilaram entre 7,45 mg/L (RES S) a 8,58 mg/L (BCO) (Figura 25). Para este parâmetro, a resolução CONAMA n° 357/2005 não prevê concentrações limites.

O conhecimento do teor de cloretos na água tem por finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição, com esgotos domésticos e resíduos industriais. As concentrações de cloretos apresentaram uma variação de 1,50 mg/L (TVR) a 2,50 mg/L (BCO) (Figura 25). Os valores de cloretos verificados neste estudo encontram-se dentro do recomendado pela resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 250,00$  mg/L).

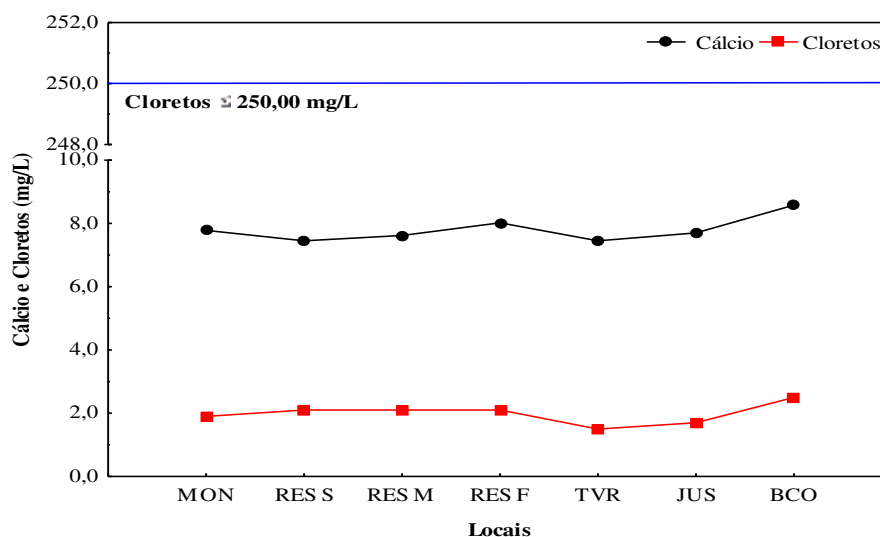


Figura 25 – Concentrações de cálcio e cloretos na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA n° 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.13 – Dureza e Magnésio

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 é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos) encontrados em solução. Assim, os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza.

No período avaliado os valores de dureza oscilaram de 39,20 mg/L (JUN) a 53,20 mg/L (RES F) (Figura 26). De acordo com a tabela de classificação da água (Dias et al. 2016), o Rio Cantu, no trecho de abrangência da PCH Cantu 2, pode ser considerado como de águas moles.

Para o magnésio, os valores registrados oscilaram entre 4,86 mg/L (JUN) a 8,07 mg/L (RES F) (Figura 26). Para este parâmetro, a resolução CONAMA n° 357/2005 não prevê concentrações limites.

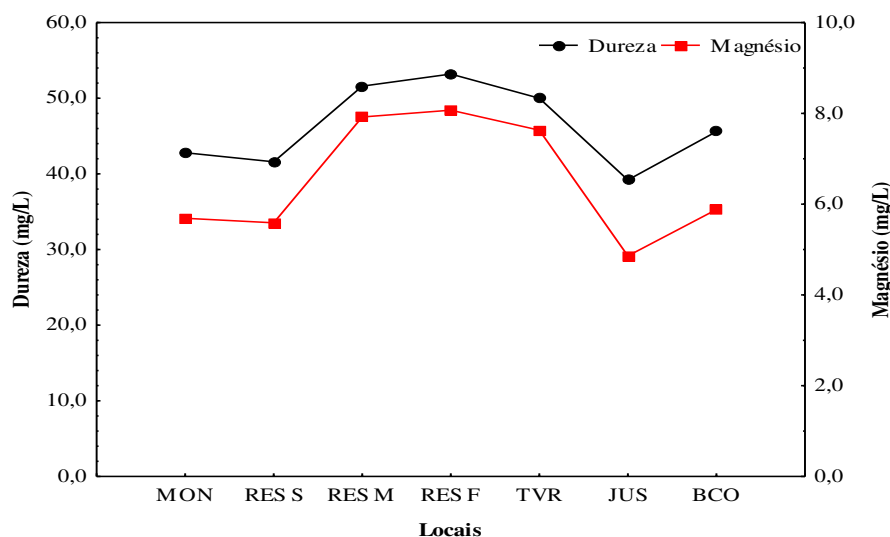


Figura 26 – Valores de dureza e magnésio (mg/L) na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo).

#### 5.1.14 – Sulfato e Sílica

O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza, em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Nas águas tratadas é proveniente do uso de coagulantes, sendo importante o seu controle, pois a ingestão provoca efeito laxativo. Já no abastecimento industrial, o sulfato pode provocar incrustações nas caldeiras e trocadores de calor, e na rede de esgoto, em trechos de baixa declividade onde ocorre o depósito da matéria orgânica, o sulfato pode ser transformado em sulfeto, ocorrendo à exalação do gás sulfídrico, que resulta em problemas de corrosão em coletores de esgoto e odor, além de ser tóxico.

No período analisado as concentrações foram inferiores aos limite de quantificação (<2,00 mg/L) em todos os locais de amostragem, e dessa forma todos os locais estavam de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 250,00$  mg/L), estes dados não foram expressos no gráfico.

A sílica presente no ambiente aquático é proveniente, principalmente, da decomposição de minerais de silicato de alumínio, que são mais frequentes em rochas sedimentares do que magmáticas. Na água é encontrada nas formas solúvel, coloidal e



particulada, sendo que na forma solúvel é um composto de fundamental importância, pois é utilizada pelas diatomáceas na elaboração de sua carapaça.

No período analisado, as concentrações de sílica solúvel variaram de 6,23 mg/L (JUS) a 6,87 mg/L (RES F) (Figura 27). Para este parâmetro não existem concentrações de referência na resolução CONAMA nº 357/2005.

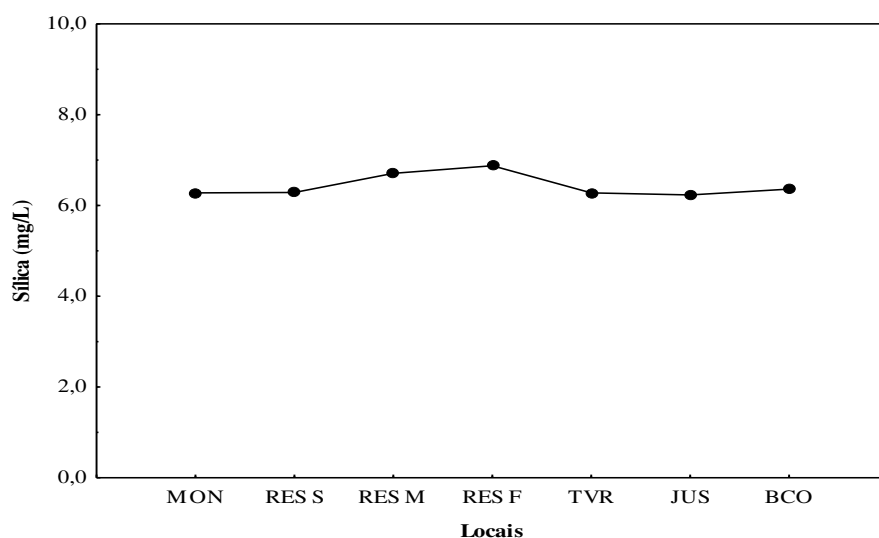


Figura 27 – Concentrações de sulfato e sílica solúvel na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo).

#### 5.1.15 – Fenóis

Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento de borracha, colas e adesivos, resinas, componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais. Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

No mês de maio, as concentrações de fenóis (Figura 28) oscilaram entre 0,010 mg/L (MON e RES S) e 0,165 mg/L (RES F). Todos os locais apresentaram-se acima do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2, que é de 0,0030 mg/L.

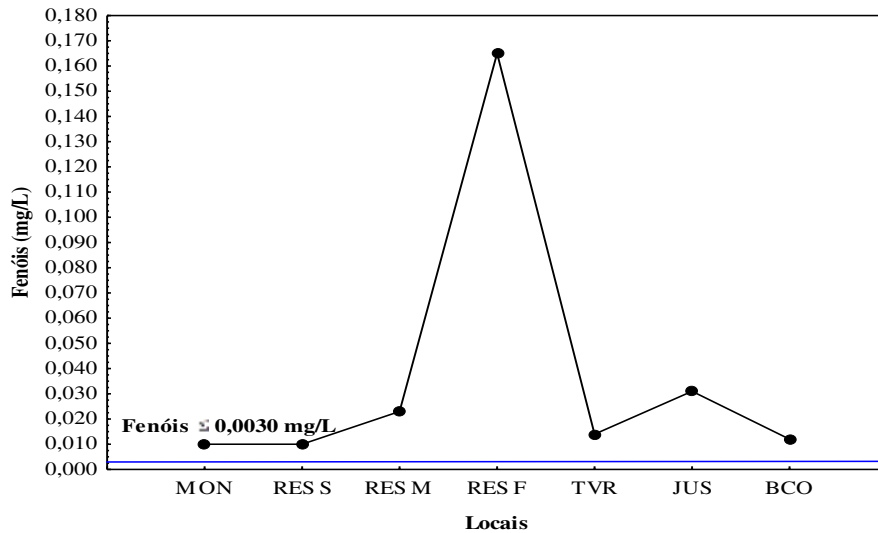


Figura 28 – Concentração de fenóis na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo). (—) Limite da CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

#### 5.1.16 – Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, sendo geralmente, hidrocarbonetos, gorduras e ésteres. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de combustível, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas em corpos d'água, entre eles os de refinarias, frigoríficos e saboarias.

No período analisado não foi detectada a presença de óleos e graxas em nenhum dos locais amostrados (LQM = 5,00 mg/L). A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que óleos e graxas devam estar virtualmente ausentes em águas de classe 2, sendo assim todos os locais encontram-se dentro dos limites estabelecidos.

#### 5.1.17 – Cádmio

O cádmio é liberado para o ambiente por efluentes industriais, principalmente galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos, bem como por poluição difusa causada por fertilizantes e poluição do ar local.

No mês de maio de 2020, não houve detecção de cádmio em nenhum dos locais amostrados (LQM = 0,0005 mg/L), sendo assim, as concentrações em todos os locais estão de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 0,001$  mg/L).

#### 5.1.18 – Chumbo

O chumbo está presente no ar, no tabaco, em bebidas e alimentos, tem ampla aplicação industrial na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, vidros e ligas metálicas. A presença deste metal na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo. No período vigente não houve detecção de chumbo (Tabela 8) em nenhum dos locais amostrados (LQM = 0,005 mg/L), assim, as concentrações em todos os locais estão de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 0,01$  mg/L).

#### 5.1.19 – Cromo

O cromo é utilizado na produção de ligas metálicas, estruturas da construção civil, fertilizantes, tintas, pigmentos, curtumes e preservativos para madeira. A maioria das águas superficiais contém entre 1 e 10  $\mu\text{g/L}$  de cromo. Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em relação ao cromo hexavalente.

No período avaliado, não houve detecção de cromo em nenhum dos locais amostrados (LQM = 0,005 mg/L, Tabela 8), assim, as concentrações em todos os locais estão de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq 0,05$  mg/L).

#### 5.1.20 – Cobre Total

As fontes de cobre para o ambiente incluem minas de cobre ou de outros metais, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais. Para peixes e para o homem, as doses

elevadas de cobre são extremamente nocivas. Concentrações de 0,5 mg/L são letais para trutas, carpas e bagres, e em concentrações acima de 1,0 mg/L, torna-se letal também aos microorganismos.

No período avaliado, não houve detecção de cobre total (LQM = 0,015 mg/L, Tabela 8) em nenhum dos locais amostrados, assim, as concentrações em todos os locais estão de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 (cobre dissolvido  $\leq$  0,009 mg/L).

### 5.1.21 – Níquel Total

No período avaliado não houve a detecção de níquel em nenhum dos locais amostrados. Assim, todos estão de acordo com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 ( $\leq$  0,025 mg/L) (Tabela 8).

Tabela 8 – Concentrações de metais na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. RES S (Reservatório Superfície), RES M (Reservatório Meio) e RES F (Reservatório Fundo).

Parâmetros	Locais							Conama 357/2005 Classe 2
	MON	RES SUP	RES MEIO	RES FUNDO	TVR	JUS	BCO	
Cádmio total (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,001
Chumbo total (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	$\leq$ 0,01
Cobre total (mg/L)	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	$\leq$ 0,009
Cromo total (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	$\leq$ 0,05
Níquel total (mg/L)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	$\leq$ 0,025

### 5.1.22 – Coliformes Totais e Fecais (*Escherichia coli*)

Para a avaliação das condições sanitárias da água, em relação à poluição fecal, utilizam-se bactérias do grupo coliformes como indicadores, visto que sua presença no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente e sua eliminação em grande número através das fezes. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos. Coliformes fecais ou coliformes termotolerantes são organismos capazes de desenvolver-se e de fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas. O principal

componente deste grupo é *Escherichia coli*, sendo que alguns coliformes do gênero *Klebsiella* também apresentam essa capacidade.

Para *E. coli* não foi registrada a presença de organismos apenas no local RES, contudo, nos demais locais a contagem variou entre 20 e 81 NMP/100mL nos locais JUS e BCO, respectivamente (Figura 29). Assim, todos os locais estão dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 (<1000 NMP/100mL). Para coliformes totais, o menor valor foi de 386 NMP/100mL (RES S) e o maior de 2.851 NMP/100mL (MON) (Figura 29).

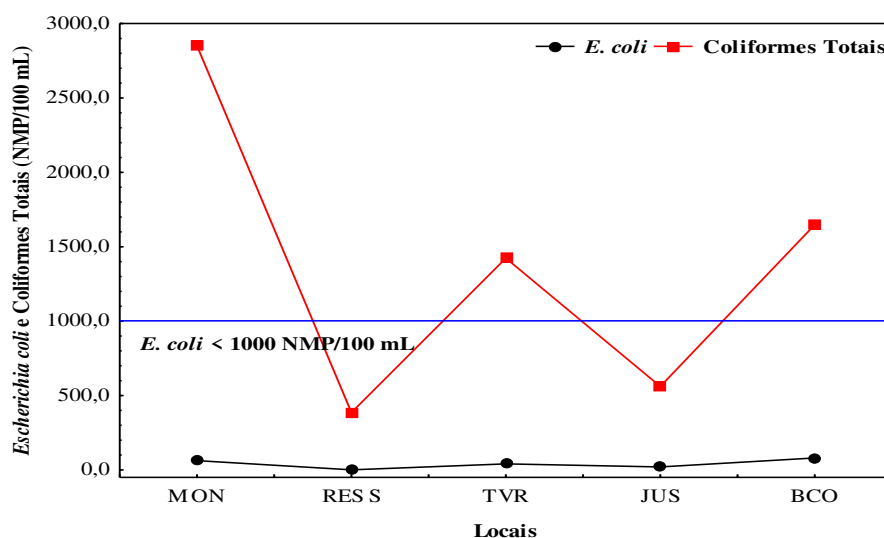


Figura 29 – Concentração de coliformes fecais (A) e coliformes totais (B) na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio de 2020. (—) Limite da CONAMA nº 357/2005 – Classe 2.

### 5.1.23 – Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica da área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, amostrada em maio de 2020, esteve composta por 73 táxons distribuídos em onze classes, sendo elas: Chlorophyceae (27 táxons, 37%); Cyanobacteria (12 táxons, 16,4%); Conjugatophyceae (7 táxons, 9,6%); Bacillariophyceae (6 táxons, 8,2%); Cryptophyceae, Dinophyceae e Euglenophyceae (4 táxons, 5,5%, cada); Synyrophyceae e Trebouxiophyceae (3 táxons, 4,1%, cada); Chrysophyceae (2 táxons, 2,7%), e; Mediophyceae (1 táxon, 1,4%) (Figura 30). O número de táxons registrados neste mês foi semelhante ao verificado em outubro de 2019 (74 táxons).



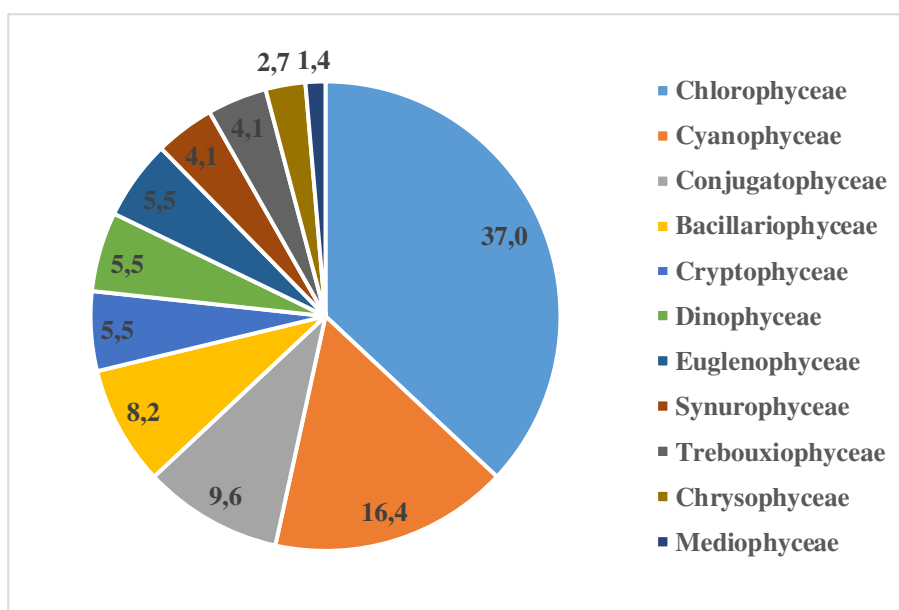


Figura 30 – Frequências das classes fitoplanctônicas registradas nos cinco locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, em maio de 2020 (MON = Montante; RES = Reservatório, TVR = Trecho de Vazão Reduzida, JUS = Jusante e BCO = rio Branco).

Quanto à distribuição espacial da composição fitoplanctônica, o maior número de táxons foi registrado no local RES (49 táxons), seguido do local TVR (39 táxons), enquanto a menor riqueza foi obtida em MON (7 táxons) (

Tabela 9). As classes que apresentaram maiores densidades médias foram Cyanophyceae (425,43 ind./mL) e Dinophyceae (397,61 ind./mL), mas também contribuindo as Conjugatophyceae (164,44 ind./mL), Chlorophyceae (154,63 ind./mL), Cryptophyceae (121,90 ind./mL), Bacillariophyceae (58,91 ind./mL), Euglenophyceae (54,81 ind./mL), Synurophyceae (18,00 ind./mL), Chrysophyceae (13,09 ind./mL) e Trebouxiophyceae (2,45 ind./mL).

A distribuição espacial da densidade fitoplanctônica, apresentada na

---

Tabela 9, mostrou que o maior valor foi verificado no local RES (4.021,13 ind./mL), enquanto o menor valor foi registrado no ponto MON (126,81 ind./mL).

Tabela 9 – Composição (RIQ. = riqueza) e densidade (ind./mL) dos táxons fitoplanctônicos para cada local de amostragem, na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020 (MON = Montante; RES = Reservatório, TVR = Trecho de Vazão Reduzida, JUS = Jusante e BCO = rio Branco).

TÁXONS	RIQ.	LOCAIS					DENS. MÉD. (ind./mL)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<b>CYANOBACTERIA</b>							
<b>Cyanophyceae</b>	<b>12</b>		<b>1.722,17</b>	<b>384,52</b>	<b>4,09</b>	<b>16,36</b>	<b>425,43</b>
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West			12,27				2,45
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann						8,18	1,64
<i>Chroococcus</i> cf. <i>microscopicus</i>			4,09				2,05
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann			4,09				0,82
<i>Eucapsis</i> sp.			4,09			4,09	1,64
<i>Komvophoron</i> sp.				57,27			11,45
<i>Microcystis</i> sp.						4,09	0,82
cf. <i>Planktolyngbya</i> sp.			1.668,99	282,26			975,62
cf. <i>Pseudanabaena catenata</i>			4,09	8,18			6,14
cf. <i>Pseudanabaena galeata</i>				20,45			4,09
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek			24,54		4,09		5,73
<i>Pseudanabaena</i> sp. 1				16,36			3,27
<b>BACILLARIOPHYTA</b>							
<b>Bacillariophyceae</b>	<b>6</b>		<b>159,54</b>	<b>73,63</b>	<b>4,09</b>	<b>57,27</b>	<b>58,91</b>
<i>Achnantheidium exiguum</i> var. <i>constrictum</i> (Grunow) N.A.Andresen, Stoermer & R.G.Kreis							
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot			147,26	32,73		53,18	46,63
<i>Frustulia</i> sp.			4,09	8,18			2,45
<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
<b>Mediophyceae</b>	<b>1</b>		<b>110,45</b>	<b>57,27</b>		<b>28,63</b>	<b>39,27</b>
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			110,45	57,27		28,63	39,27
<b>CRYPTOPHYTA</b>							
<b>Cryptophyceae</b>	<b>4</b>	<b>110,45</b>	<b>196,35</b>	<b>85,90</b>	<b>114,54</b>	<b>102,27</b>	<b>121,90</b>
cf. <i>Chilomonas</i> sp.			32,73	28,63	16,36		15,54
<i>Chroomonas</i> sp. 1			57,27	20,45	8,18	73,63	35,18
<i>Cryptomonas</i> sp.1			16,36	143,17	61,36	16,36	64,63
cf. <i>Cyanomonas</i> sp.			4,09	4,09		24,54	6,55
<b>MIOZOA</b>							
<b>Dinophyceae</b>	<b>4</b>		<b>617,69</b>	<b>40,91</b>	<b>4,09</b>	<b>1.325,38</b>	<b>397,61</b>
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans				8,18		1.321,29	265,89
<i>Peridinium</i> sp.1			229,08	12,27	4,09	4,09	49,91
<i>Peridinium</i> sp.2			359,98	20,45			190,22
<i>Peridinium</i> sp.3			28,63				14,32
<b>OCHROPHYTA</b>							
<b>Chrysophyceae</b>	<b>2</b>		<b>53,18</b>	<b>12,27</b>			<b>13,09</b>
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg			28,63	12,27			20,45
<i>Dinobryon</i> sp.			24,54				4,91
<b>Synurophyceae</b>	<b>3</b>		<b>65,45</b>	<b>20,45</b>	<b>4,09</b>		<b>18,00</b>
<i>Mallomonas</i> cf. <i>allorgei</i>					4,09		1,02
<i>Mallomonas</i> cf. <i>papillosa</i>			53,18	20,45			14,73

TÁXONS	RIQ.	LOCAIS					DENS. MÉD. (ind./mL)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<i>Mallomonas</i> sp.			12,27				2,45
<b>CHAROPHYTA</b>							
<b>Conjugatophyceae</b>	<b>7</b>		<b>638,14</b>	<b>184,08</b>			<b>164,44</b>
<i>Cosmarium</i> cf. <i>punctatum</i>				4,09			4,09
<i>Staurastrum</i> cf. <i>aculeatum</i>			4,09	20,45			6,14
<i>Staurastrum</i> cf. <i>chaetoceras</i>			629,96	147,26			388,61
<i>Staurastrum</i> cf. <i>crenulatum</i>			4,09				1,36
<i>Staurastrum</i> cf. <i>longipes</i>				4,09			4,09
<i>Staurastrum</i> cf. <i>paradoxum</i>				4,09			0,82
cf. <i>Staurodesmus triangularis</i>				4,09			4,09
<b>CHLOROPHYTA</b>							
<b>Chlorophyceae</b>	<b>27</b>	<b>16,36</b>	<b>441,79</b>	<b>167,72</b>	<b>28,63</b>	<b>118,63</b>	<b>154,63</b>
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reisch) Korshikov			110,45	28,63			69,54
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris			4,09				0,82
<i>Coelastrum indicum</i> W.B.Turner			4,09				0,82
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohlin						4,09	0,82
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle				4,09			0,82
<i>Comasiella</i> sp.			4,09				0,82
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>armatus</i> (Chod.) Hegew.			12,27	8,18	8,18		5,73
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) Hegew.			8,18				1,64
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) Hegewald			12,27				2,45
<i>Desmodesmus spinulatus</i> (Biswas) E.Hegewald			4,09				0,82
<i>Kirchneriella irregularis</i> var. <i>spiralis</i> Korshikov				4,09			0,82
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.			49,09	16,36	4,09	12,27	16,36
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard			20,45	24,54		8,18	10,64
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret)			40,91	8,18	8,18	4,09	12,27
Komárková-Legnerová							
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley)			20,45			12,27	6,55
Komárková-Legnerová							
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.			8,18			12,27	4,09
<i>Monoraphidium nanum</i> (Ettl) Hindák				4,09			0,82
<i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová			12,27				2,45
<i>Monoraphidium tortile</i> (West & G.S.West)			53,18	32,73		57,27	28,63
Komárková-Legnerová							
<i>Pectinodesmus regularis</i> (Svirenko) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz			20,45	12,27			16,36
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat			4,09				0,82
<i>Scenedesmus eornis</i> (Ehrenberg) Chodat			40,91	24,54	4,09		13,91
<i>Spermatozopsis</i> sp.			8,18				1,64
<i>Sphaerocystis</i> sp.			4,09				0,82
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg			8,18		4,09	8,18	4,09
<i>Tetrallantos</i> sp.			4,09				2,05
<i>Treubaria setigera</i> (W.Archer) G.M.Smith			4,09				0,82
<b>Trebouxiophyceae</b>	<b>3</b>		<b>8,18</b>	<b>4,09</b>			<b>2,45</b>
<i>Acanthosphaera</i> sp.			4,09				2,05
<i>Crucigenia crucifera</i> (Wolle) O.Kuntze				4,09			0,82
<i>Oocystis</i> sp.			4,09				0,82
<b>EUGLENOZOA</b>							
<b>Euglenophyceae</b>	<b>4</b>		<b>8,18</b>	<b>12,27</b>		<b>253,62</b>	<b>54,81</b>



TÁXONS	RIQ.	LOCAIS					DENS. MÉD. (ind./mL)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<i>Euglena cf. caudata</i>			4,09			208,62	42,54
<i>Euglena sp.</i>				4,09			0,82
<i>Trachelomonas cf. volvocina</i>			4,09			45,00	9,82
<i>Trachelomonas cf. volvocinopsis</i>				8,18			8,18
<b>DENSIDADE TOTAL (ind./mL)</b>		<b>126,81</b>	<b>4.021,13</b>	<b>1.043,12</b>	<b>159,54</b>	<b>1.902,16</b>	
<b>RIQUEZA</b>	<b>73</b>	<b>7</b>	<b>49</b>	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	
<b>NÚMERO DE CLASSES</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	

A contribuição de cianobactérias (Cyanophyceae) para a densidade fitoplanctônica foi verificada em todos os locais amostrados, exceto MON, com concentração de até 26.172,09 cél./mL no local RES (Tabela 10), portanto, foram verificados somente valores inferiores aos limites estabelecidos para águas de classe 2 (50.000 cél./mL) pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Tabela 10 – Densidade de células de cianobactérias (cél./mL) para cada ponto de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020 (MON = Montante; RES = Reservatório, TVR = Trecho de Vazão Reduzida, JUS = Jusante e BCO = rio Branco).

TÁXONS	RIQ.	LOCAIS					DENS. MÉD. (cél./mL)
		MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<b>CYANOBACTERIA</b>							
<b>Cyanophyceae</b>	<b>12</b>		<b>26.172,09</b>	<b>179,99</b>	<b>6.189,18</b>	<b>122,72</b>	<b>6.532,79</b>
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>			490,88				98,18
<i>Chroococcus dispersus</i>				24,54			4,91
<i>Chroococcus cf. microscopicus</i>			73,63				36,82
<i>Chroococcus minimus</i>			57,27				11,45
<i>Eucapsis sp.</i>			32,73	32,73			13,09
<i>Komvophoron sp.</i>					274,07		54,81
<i>Microcystis sp.</i>				122,72			24,54
<i>cf. Planktolyngbya sp.</i>			25.034,88		4.233,84		14.634,36
<i>cf. Pseudanabaena catenata</i>			12,27		269,98		141,13
<i>cf. Pseudanabaena galeata</i>					1.104,48		220,90
<i>Pseudanabaena limnetica</i>			470,43			122,72	118,63
<i>Pseudanabaena sp. 1</i>					306,80		61,36

Quanto aos atributos da comunidade fitoplanctônica analisados, observou-se que a riqueza apresentou maiores valores nos locais RES (S = 49) e JUS (S = 39). Os maiores valores de equitabilidade e diversidade foram obtidos para JUS (E = 0,78, H' = 2,87), enquanto os menores valores desses atributos foram obtidos para o local TVR (E = 0,43, H' = 1,28), em razão das elevadas densidades registradas para o táxon de dinoflagelados *Ceratium furcoides*.

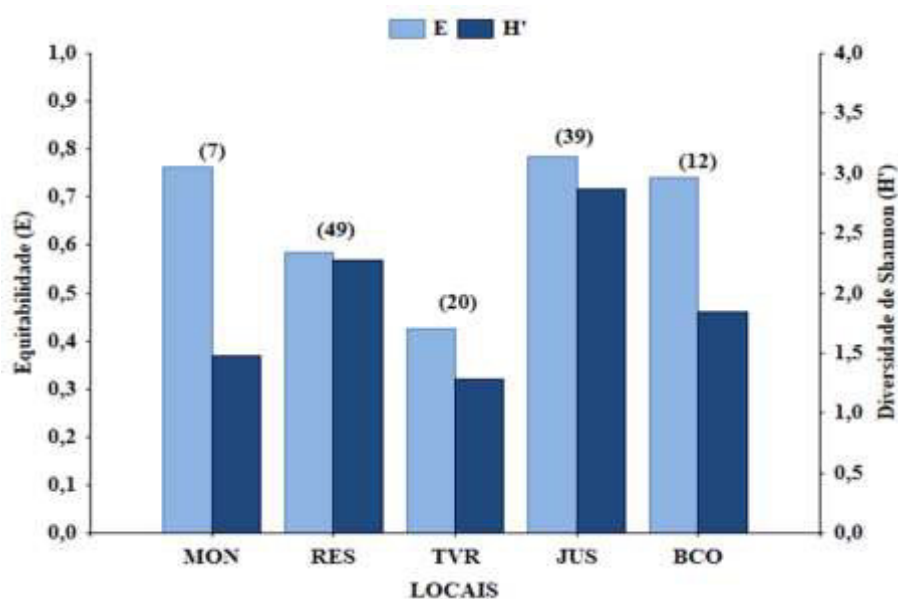


Figura 31 – Riqueza (S = valor entre parênteses), equitabilidade (E) e diversidade de Shannon (H') obtidos para a comunidade fitoplancônica registrada na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020 (MON = Montante; RES = Reservatório, TVR = Trecho de Vazão Reduzida, JUS = Jusante e BCO = rio Branco).

#### 5.1.24 – Zooplâncton

O inventário da comunidade zooplancônica em maio de 2020, na área de influência da PCH Cantu 2, foi composto por 63 espécies, distribuídas em 27 famílias, os rotíferos apresentaram maior riqueza (31 espécies), acompanhados das amebas testáceas (13 espécies), cladóceros (12 espécies), e copépodes (7 espécies), além do organismos jovens (náuplios e copepoditos) (Tabela 11).

As amebas testáceas foram representadas por 5 famílias, sendo Arcellidae (4 espécies) Centropyxidae e Diffugiidae (3 espécies, cada) (Tabela 11 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O predomínio dessas famílias também é relatado em outros estudos em vários habitats aquáticos (Lansac-Tôha et al., 2014; Maia-Barbosa et al., 2014; Matsumura-Tundisi et al., 2015; Rosa et al., 2017; Picapedra et al., 2017, 2018). Embora as amebas testáceas estejam associadas ao sedimento e a vegetação litorânea, elas são consideradas comuns no plâncton, sendo transportadas para a coluna de água com a suspensão do sedimento ocasionado pela turbulência da água (Alves et al., 2012; Lansac-Tôha et al., 2014; Picapedra et al., 2017, 2018). Além disso, a presença de vacúolos de gás para flutuar e a baixa densidade das conchas, auxiliam na permanência destes organismos no plâncton (Lansac-Tôha et al., 2014; Schwind et al., 2016).

Os rotíferos identificados pertencem a 14 famílias, das quais Brachionidae (8 espécies) e Lecanidae (4 espécies) foram as predominantes (Tabela 11), 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). Esses organismos são cruciais nas redes alimentares continentais porque ocupam o nicho de pequenos alimentadores filtrantes e transferem a energia dos produtores para níveis tróficos mais altos (Almeida et al., 2009). O sucesso das populações de rotíferos em ambientes de água doce deve-se à sua origem limnética, sua capacidade de se adaptar às mudanças nas variáveis físico-químicas da água e à resistência de vários táxons às condições de hipóxia e anóxia. A reprodução partenogenética, um ciclo de vida curto e a capacidade de formar cistos resistentes também favorecem o sucesso do grupo (Lansac-Tôha et al., 2009; Almeida et al., 2009).

No caso dos microcrustáceos, os cladóceros foram representados por 6 famílias, sendo Daphniidae (4 espécies), Bosminidae, Chydoridae e Sididae (2 espécies, cada) as mais representativa (Tabela 11), sendo estas famílias frequentemente registradas na maioria dos ambientes dulcícolas (Lima et al., 1996; Lopes et al., 1997).

Os copépodes foram representados por duas famílias, Diaptomidae (4 espécies) e Cyclopidae (3 espécies) (Tabela 11). A baixa ocorrência de copépodes adultos em ambientes aquáticos é comum devido à grande instabilidade do sistema (Lansac-Tôha et al., 2009; Lopes et al., 1997), no entanto, os organismos jovens (náuplios e copepoditos) foram predominantes. Essa predominância de formas jovens de copépodes na comunidade zooplanctônica foi também relatada por outros autores (Almeida et al., 2009; Lansac-Tôha et al., 2009), e geralmente está ligada às altas taxas de mortalidade das formas adultas, sendo mais suscetíveis à predação por peixes planctívoros (Paranhos et al., 2013).

No que concerne à densidade média da comunidade zooplanctônica (Tabela 11), foi apontada durante a amostragem de maio de 2020 densidade média de 36.935 org/m<sup>3</sup>, impulsionado pelos microcrustáceos, em especial aos copépodes (30.718 org/m<sup>3</sup>), estando os náuplios e copepoditos de Calanoida (17.979 e 3.114 org/m<sup>3</sup>, respectivamente) entre os organismos numericamente mais importantes, enquanto os cladóceros apresentaram densidade média de 12.414 org/m<sup>3</sup>, sobressaindo *B. deitersi* e *D. spinulosum* (11.328 e 573 org/m<sup>3</sup>, respectivamente). Os rotíferos apresentaram densidade média de 11.013 org/m<sup>3</sup>, sobressaindo *C. unicornis* (6.476 org/m<sup>3</sup>) e *K. cochlearis* (1.329

org/m<sup>3</sup>), enquanto as amebas testáceas responderam pela menor densidade média (333 org/m<sup>3</sup>), sendo representados por *A. megastoma* e *A. hemisphaerica gibba* (71 e 50 org/m<sup>3</sup>, respectivamente).

Entre os locais amostrados a maior densidade foi registrada no Rio Branco (BCO; 178.000 org/m<sup>3</sup>), seguido do Reservatório (RES; 3.263 org/m<sup>3</sup>), enquanto os menores valores foram encontrados no Trecho de vazão reduzida (TVR; 1.525 org/m<sup>3</sup>), na Montante (MON; 1.375 org/m<sup>3</sup>) e Jusante (JUS; 513 org/m<sup>3</sup>) (Tabela 11).

Tabela 11 – Densidade zooplancônica (org/m<sup>3</sup>), registrada na área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, em maio de 2020. MON=Montante; RES=Reservatório, TVR=Trecho de vazão reduzida, JUS=Jusante e BCO=rio Branco.

Grupos Taxonômicos	Locais					Densidade Média org/m <sup>3</sup>
	MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<b>AMEBAS TESTACEAS</b>	<b>438</b>	<b>25</b>	<b>167</b>	<b>950</b>	<b>83</b>	<b>333</b>
<b>Arcellidae</b>						
<i>Arcella costata</i> Ehrenberg, 1847	125			75		<b>40</b>
<i>Arcella hemisphaerica gibba</i> Deflandre, 1928				250		<b>50</b>
<i>Arcella megastoma</i> Pénard, 1902	200			113	42	<b>71</b>
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830		25		25		<b>10</b>
<b>Centropyxidae</b>						
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1830)			125			<b>25</b>
<i>Centropyxis platystoma</i> Pénard, 1890	13					<b>3</b>
<i>Centropyxis gibba</i> (Deflandre, 1929)	13					<b>3</b>
<b>Diffugiidae</b>						
<i>Diffugia brevicolla</i> Cash & Hopkinson, 1909				163		<b>33</b>
<i>Diffugia corona</i> Wallich, 1864				50	42	<b>18</b>
<i>Diffugia</i> sp.	38			75		<b>23</b>
<b>Euglyphidae</b>						
<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrenberg, 1841)				13		<b>3</b>
<b>Lesquereusidae</b>						
<i>Lesquereusia spiralis</i> (Ehrenberg, 1840)			42	13		<b>11</b>
<i>Netzelia oviformis</i> (Cash, 1909)	50			175		<b>45</b>
<b>ROTIFERA</b>	<b>5225</b>	<b>12750</b>	<b>12625</b>	<b>3463</b>	<b>21000</b>	<b>11.013</b>
<b>Asplanchnidae</b>						
<i>Asplanchna sieboldi</i> (Leydig, 1854)		75			1708	<b>357</b>
<b>Brachionidae</b>						
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	38	1050	1083		458	<b>526</b>
<i>Brachionus dolabratus</i> (Harring, 1915)	50					<b>10</b>
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	188		2417	25		<b>526</b>
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	938	325		713	1167	<b>628</b>
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	2913	350	417	1675	1292	<b>1.329</b>
<i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953)	350		42	450	125	<b>193</b>
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	250			175	167	<b>118</b>
<i>Plationus patulus</i> (Müller, 1786)	13					<b>3</b>
<b>Collothecidae</b>						
<i>Collotheca</i> sp.		50	125			<b>35</b>
<b>Conochilidae</b>						
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892		10200	6292	13	15875	<b>6.476</b>

Grupos Taxonômicos	Locais					Densidade Média org/m <sup>3</sup>
	MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikow, 1914)		25	250		83	72
<i>Conochilus dossuarius</i> Hudson, 1885			1583			317
<b>Euchlanidae</b>						
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	63		42	75		36
<b>Lecanidae</b>						
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	13			63		15
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)				13		3
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	50			13		13
<i>Lecane signifera</i> (Jennings, 1896)	13			13		5
<b>Lepadellidae</b>						
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	150			100		50
<b>Hexarthridae</b>						
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)		25	292			63
<b>Notommatidae</b>						
<i>Cephalodella</i> sp.	13			50		13
<i>Monommata</i> sp.				25		5
<b>Philodinidae</b>						
<i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)	13		42			11
<b>Synchaetidae</b>						
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893		125				25
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	25	425		50		100
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)		50				10
<b>Testudinellidae</b>						
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)			42			8
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851				13		3
<b>Trichocercidae</b>						
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	150				125	55
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)		25				5
<b>Trochosphaeridae</b>						
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)		25				5
<b>CLADOCERA</b>	<b>13</b>	<b>18050</b>	<b>23917</b>	<b>50</b>	<b>20042</b>	<b>12.414</b>
<b>Bosminidae</b>						
<i>Bosmina</i> cf. <i>freyi</i> De Melo & Hebert, 1994		17975	23417		15250	11.328
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	13		42			11
<b>Chydoridae</b>						
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910			42			8
<i>Coronatella poppei</i> (Richard, 1897)			42			8
<b>Daphniidae</b>						
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967			208	50	375	127
<i>Daphnia laevis</i> (Birge, 1878)					125	25
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Dadayi, 1902			42			8
<i>Simocephalus vetulus</i> (Müller, 1776)			42		42	17
<b>Ilyocryptidae</b>						
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882			42			8
<b>Moinidae</b>						
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899			42		208	50
<b>Sididae</b>						
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981					1250	250
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1975		75			2792	573
<b>COPEPODA</b>	<b>900</b>	<b>14500</b>		<b>1313</b>	<b>136875</b>	<b>30.718</b>
náuplio de Cyclopoida*	638	2325		1138	958	1.012
náuplio de Calanoida*	38	10375		150	79333	17.979
copepodito de Cyclopoida*	213	1300		25	13417	2.991
copepodito de Calanoida*	13	225			15333	3.114
<b>Cyclopidae</b>						
<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars, 1863)		50			458	102
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)		25			4792	963



Grupos Taxonômicos	Locais					Densidade Média org/m <sup>3</sup>
	MON	RES	TVR	JUS	BCO	
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowdes, 1934)		175			5042	<b>1.043</b>
<b>Diaptomidae</b>						
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> (Wright, 1935)		25			4208	<b>847</b>
<i>Notodiaptomus deitersi</i> (Poppe, 1981)					5417	<b>1.083</b>
<i>Notodiaptomus oliveirai</i> Matsumura-Tundisi et al., 2010					7375	<b>1.475</b>
<i>Notodiaptomus iheringi</i> (Wright, 1935)					542	<b>108</b>
<b>Densidade (org/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1375</b>	<b>3263</b>	<b>1525</b>	<b>513</b>	<b>178000</b>	<b>36.935</b>

A análise de riqueza por local de amostragem mostrou que as amebas testáceas sobressaíram na jusante com 10 espécies, em contraste com o reservatório, que registrou o menor valor (uma espécie), enquanto os rotíferos apontaram maior riqueza de espécies na montante (17 espécies), e menor no rio Branco (9 espécies), já para os microcrustáceos, os cladóceros registraram maior valor no trecho de vazão reduzida (9 espécies) e menor na montante e jusante (uma espécie, cada), e os copépodes, por sua vez, registraram presença de organismos adultos no rio Branco (7 espécies) e no reservatório (4 espécie). De modo geral, os rotíferos sobressaíram em todos os locais amostrados (Figura 32).

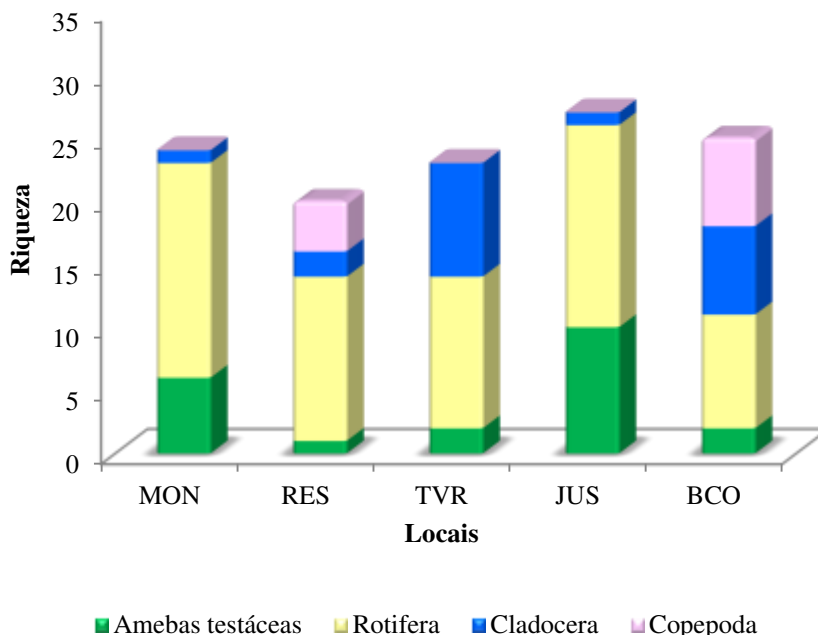


Figura 32 - Riqueza de espécies registrada na área de influência da futura PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020. MON=Montante; RES=Reservatório, TVR=Trecho de vazão reduzida, JUS=Jusante e BCO=rio Branco.

A análise dos atributos da comunidade de zooplancônica (equitabilidade, diversidade e riqueza) (Figura 33), mostrou o maior valor de equitabilidade e diversidade de espécies no rio Branco (BCO;  $E=0,72$  e  $H'=2,32$ ), indicando que neste local as espécies apresentam distribuição de forma homogênea, porém, o menor valor foi encontrado no reservatório (RES;  $E=0,37$  e  $H'=1,11$ ), aponta o predomínio de alguns grupos, no caso dos cladóceros, sobretudo da *Bosmina cf. freyi*. Quanto à riqueza de espécies, foi registrado o maior valor na jusante (JUS;  $S=27$ ), e no rio Branco (BCO;  $S=25$ ), e o menor no reservatório (RES;  $S=20$ ).

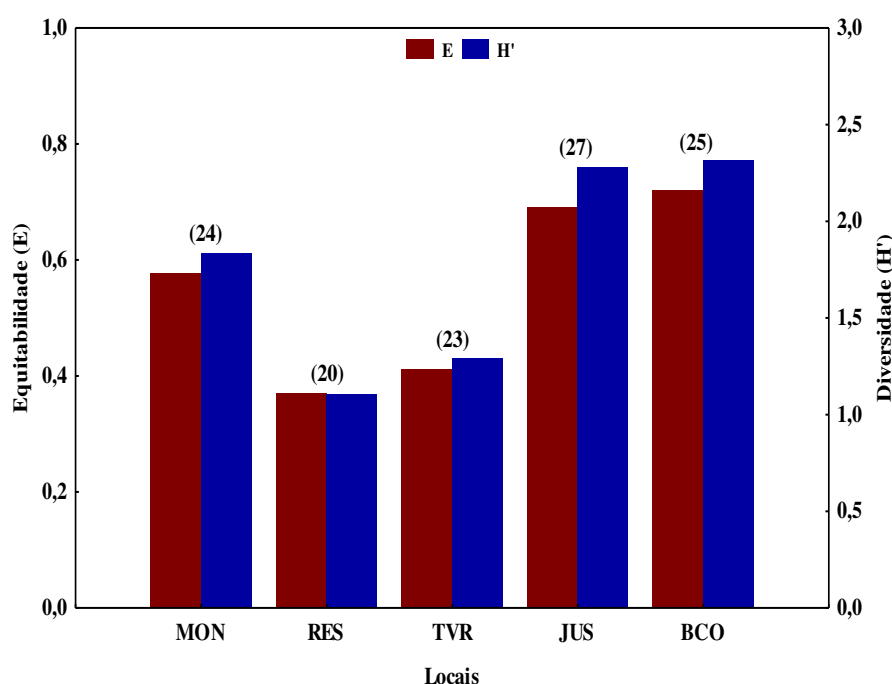
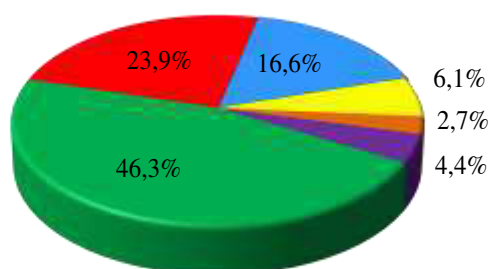


Figura 33 - Diversidade e equitabilidade da comunidade zooplancônica, registrada na área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, em maio de 2020. MON=Montante; RES=Reservatório, TVR=Trecho de vazão reduzida, JUS=Jusante e BCO=rio Branco.

#### 5.1.25 – Macroinvertebrados Bentônicos

Os resultados obtidos com a análise biológica, sobre o material coletado da comunidade bentônica no mês de maio de 2020, resultaram no registro de 3.108 indivíduos, totalizando 69 táxons, os quais foram enquadrados em 37 famílias, 14 ordens, sete classes e três filos. A proporção entre os grupos (Figura 34) indicou, em número de indivíduos, predominância da ordem Diptera (46,3%), seguido de Ephemeroptera (23,9%), Hemiptera (16,6%), Unionoidea (6,1%) e Odonata (2,7%). As ordens (Coleoptera, Trichoptera, Basommatophora, Podocopida, Oligochaeta, Acari,

Rhynchobdellida, Veneroidea, Mesogastropoda e Lepidoptera) não alcançaram abundância relativa superior a 2,0% e foram agrupados na categoria outros, contribuindo com 4,4% do total de indivíduos registrados.



■ Diptera ■ Ephemeroptera ■ Hemiptera ■ Unionoidea ■ Odonata ■ Outros

Figura 34 – Abundância relativa dos grupos de macroinvertebrados bentônicos registrados na área de influência da PCH Cantu 2 em maio de 2020.

O número de organismos bentônicos registrados e a avaliação da qualidade da água utilizando-se o índice BMWP, estão apresentados na Tabela 12. A maior ocorrência foi registrada no local BCO, visto que, foram capturados 1.163 indivíduos, seguido do local JUS (825 indivíduos), MON (462 indivíduos) e TVR (376), a menor captura foi registrada no local RES, onde foram capturados 282 indivíduos.

Entre os locais amostrados, os indivíduos da família Chironomidae (ordem Diptera) foram os mais representativos no local RES, com registro de 259 indivíduos, que representa 91,8% do total de indivíduos capturados, no TVR (324 indivíduos, 86,2%) e no local BCO (580 indivíduos, 49,9%) dos indivíduos capturados. Enquanto que, os indivíduos da família Leptophlebiidae (ordem Ephemeroptera) foram os mais abundantes no local MON com registro de 140 indivíduos, que representa 30,3% do total de indivíduos capturados e no local JUS houve destaque de indivíduos da família Leptohyphidae (Ephemeroptera) com registro de 254 indivíduos, 30,8% do total de indivíduos capturados.

Avaliando-se a qualidade da água utilizando o índice BMWP, as águas do local MON foram classificadas como de classe II. Enquanto que, nos locais RES e TVR as águas foram enquadradas na classe V e VI, respectivamente. Já nos locais JUS e BCO,

as águas foram classificadas como sendo de classe III. No entanto, considerando todo o trecho avaliado, na área de influência da PCH Cantu 2, as águas, foram enquadradas como sendo de classe I, águas de ótima qualidade.

Tabela 12 – Classificação dos grupos taxonômicos, abundância absoluta (N) e Índice BMWP (B), para os macroinvertebrados bentônicos registrados na área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, em maio de 2020. Onde: (MON=Montante; RES=Reservatório; TVR=Trecho de Vazão Reduzida; JUS=Jusante; BCO=Branco; -= sem pontuação).

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												
<b>Corbiculidae</b>	1	-	1	-			76	-			78	-
<i>Corbicula</i> sp.	1		2				109				112	
Classe Gastropoda												
Ordem Basommatophora												
<b>Ancylidae</b>	2	7							2	7	4	7
<b>Physidae</b>										3		3
<i>Physa</i> sp.									8		8	
Ordem Mesogastropoda												
<b>Thiaridae</b>												
<i>Aylacostoma</i> sp.							2	7			2	7
Ordem Veneroidea												
<b>Sphaeriidae</b>		3	1	3							1	3
<i>Pisidium</i> sp.	1		1								2	
Filo Annelida												
Classe Oligochaeta							9	1			9	1
Classe Hirudinea												
Ordem Rhynchobdellida												
<b>Glossiphonidae</b>		3					2	3	2	3	4	3
<i>Helobdella</i> sp.	1								2		3	
Filo Arthropoda												
Classe Chelicerata												
Ordem Acari												
<b>Arrenuridae</b>	9	-									9	-
Classe Ostracoda												
Ordem Podocopida												
<b>Cyplididae</b>			1	3	6	3	3	3	1	3	11	3
Classe Insecta												
Ordem Coleoptera												
<b>Dytiscidae</b>	1	4							5	4	6	4
<b>Elmidae</b>	6	6					8	6			14	6
<i>Heterelmis</i> sp.	1										1	
<i>Hexacylloepus</i> sp.	1						1				2	
<i>Microcyllloepus</i> sp.							3				3	
<i>Neoelmis</i> sp.							7				7	
<b>Psephenidae</b>		7						7				7
<i>Psephenus</i> sp.	13						2				15	

Grupos Taxonômicos	Locais										Total	
	MON		RES		TVR		JUS		BCO		N	B
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
Ordem Diptera												
<b>Ceratopogonidae</b>									8	4	8	4
<b>Culicidae</b>									3	2	3	2
<b>Chironomidae</b>	84	2	259	2	324	2	151	2	580	2	1398	2
<b>Simuliidae</b>						5						5
<i>Simulium</i> sp.					27						27	
<b>Syrphidae</b>							1	1			1	1
<b>Tipulidae</b>	1	5									1	5
Ordem Ephemeroptera												
<b>Baetidae</b>	43	5	1	5			15	5	2	5	61	5
<i>Baetodes</i> sp.	1										1	
<i>Camelobaetidius</i> sp.	7						4				11	
<b>Caenidae</b>		5		5				5	1	5	1	5
<i>Caenis</i> sp.	35		10				16				61	
<b>Leptohyphidae</b>	22	6		6			103	6			125	6
<i>Leptohyphes</i> sp.	23						119				142	
<i>Tricorythodes</i> sp.	8		1				19				28	
<i>Tricorythopsis</i> sp.	1						13				14	
<b>Leptophlebiidae</b>	44	10					56	10	6	10	106	10
<i>Askola</i> sp.	89								2		91	
<i>Hagenulopsis</i> sp.	7						8		1		16	
<i>Hylister</i> sp.							7				7	
<i>Massartella</i> sp.							2				2	
<b>Oligoneuriidae</b>	1	6					1	6			2	6
<b>Polymitarcyidae</b>		6				6	27	6			27	6
<i>Campsurus</i> sp.	6				2		40				48	
Ordem Hemiptera												
<b>Corixidae</b>										4		4
<i>Tenagobia</i> sp.									4		4	
<b>Notonectidae</b>		4		4						4		4
<i>Buenoa</i> sp.	4		2						506		512	
<b>Vellidae</b>									1	4	1	4
Ordem Lepidoptera												
<b>Pyralidae</b>	2	7									2	7
Ordem Odonata												
<b>Calopterygidae</b>			1	8					16	8	17	8
<i>Hetaerina</i> sp.									4		4	
<b>Coenagrionidae</b>	4	6					9	6			13	6
<b>Corduliidae</b>	23	8							1	8	24	8
<b>Gomphidae</b>		8					3	8		8	3	8
<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	
<b>Libellulidae</b>	6	8		8					4	8	10	8
<i>Orthemis</i> sp.	1		1								2	
<b>Megapodagrionidae</b>	2	10									2	10
Ordem Trichoptera												
<b>Hydroptilidae</b>					1	7					1	7
<i>Hydroptila</i> sp.					2						2	



Grupos Taxonômicos	Locais										Total	
	MON		RES		TVR		JUS		BCO		N	B
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
<b>Hydropsychidae</b>					6	5		5	1	5		5
<i>Hydropsyche</i> sp.					1							1
<i>Smicridea</i> sp.					7							7
<i>Synoestropsis</i> sp.								3				3
<b>Leptoceridae</b>		10					1	10	1	10	2	10
<i>Oecetis</i> sp.	2											2
<b>Polycentropodidae</b>	3	7	1	7				7			4	7
<i>Cynellus</i> sp.	3						1					4
<b>Total de organismos</b>	462		282		376		825		1163		3108	
<b>Classe/Índice BMWP</b>	II	143	V	51	VI	28	III	104	III	107	I	197

Os resultados obtidos para os atributos de comunidade de macroinvertebrados bentônicos (riqueza “S”, equitabilidade “E” e diversidade “H”) (Figura 35) revelaram que os maiores índices ocorreram no local MON (S=38, E=0,74 e H’=2,69), seguido do local JUS (S=35, E=0,72 e H’=2,58) e BCO (S=25, E=0,33 e H’=1,07), indicando melhor homogeneidade na distribuição dos grupos taxonômicos ali presentes. Os menores índices verificados para os atributos em questão foram registrados nos locais RES e TVR (S=13, E=0,17 e H’=0,44 e S=9, E=0,27 e H’=0,61, respectivamente), baixos índices de equitabilidade indicam predomínio de algum grupo taxonômico, como por exemplo, de indivíduos da família Chironomidae constatados nas amostragens de ambos os locais.

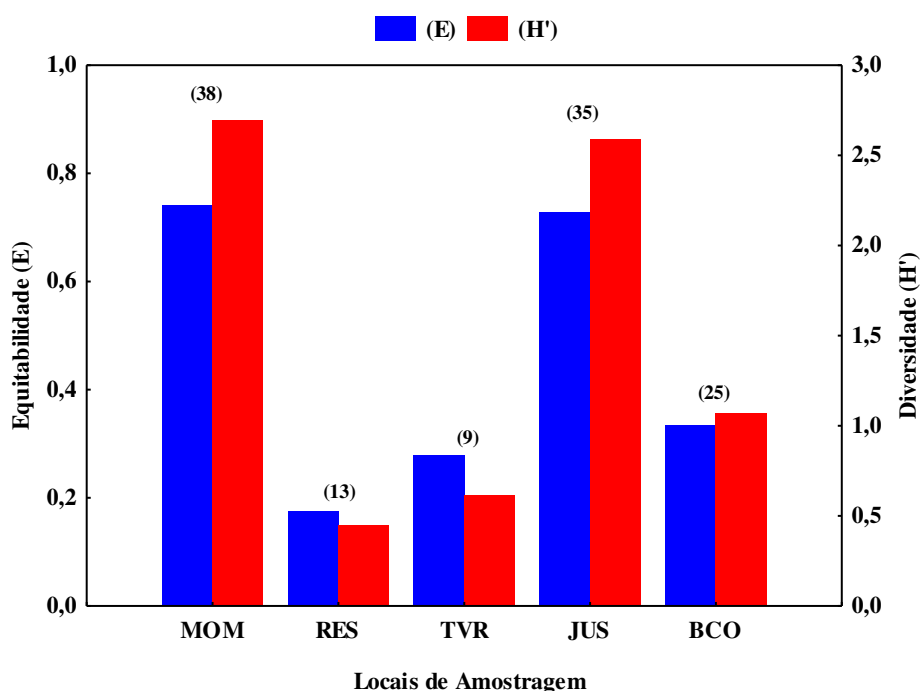


Figura 35 – Atributos da assembleia da comunidade de macroinvertebrados bentônicos analisados nos locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, no rio Cantu, em maio de 2020.

#### 5.1.26 – Macrófitas Aquáticas

Durante as amostragens na área de influência da PCH Cantu 2 não foram observados bancos de macrófitas à deriva (Figura 36), em nenhum dos locais e tão pouco na extensão do Reservatório, uma vez que neste ambiente as equipes realizam deslocamentos navegando o que possibilita uma varredura quase que total neste ambiente.

Entretanto vale ressaltar que as macrófitas podem ser um problema futuro para o ambiente e também para o empreendedor, portanto, seu monitoramento deve ser constante.



Figura 36 – Método da varredura para observação e registro de bancos de macrófitas na Área de Influência da PCH Cantu 2 em maio de 2020.

#### 5.1.27 – Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET)

Com relação ao índice de qualidade da água, todos os locais foram enquadrados na qualidade ótima, com exceção do local BCO, que foi enquadrado em boa qualidade (IQA = 67) e os maiores nos locais MON e RES (93 e 92, respectivamente). De acordo com os parâmetros utilizados no cálculo do índice de qualidade da água, o valor médio de IQA para o Rio Cantu, na área de influência da PCH Cantu 2, foi de 82 (Figura 37). Especificamente, no local Reservatório, o índice de qualidade da água (IQAR) foi de 3,23 classificando-o como de Classe III, moderadamente degradado.

Com relação ao índice de estado trófico, registrou-se o menor valor 46,02 no local MON e o maior 71,93 no local BCO (Figura 38). No período avaliado o valor médio do índice de estado trófico foi de 55,35, classificando o ambiente como Mesotrófico, entretanto o rio Branco foi classificado no estado Hipereutrófico, devido as maiores concentrações de fósforo e clorofila.

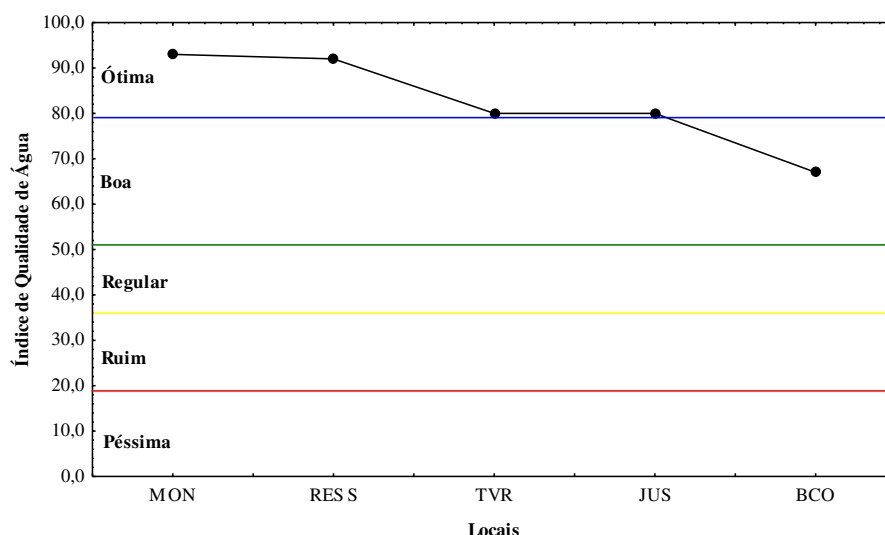


Figura 37 – Índice de Qualidade da Água na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio 2020.

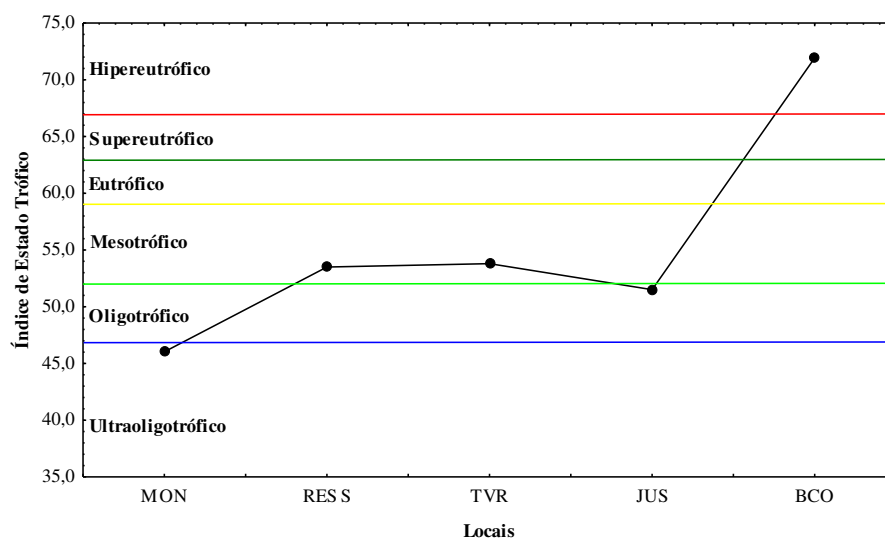


Figura 38 – Índice de Estado Trófico na área de influência da PCH Cantu 2, Rio Cantu, em maio 2020.

## 5.2 Limnologia – Águas Subterrâneas

### 5.2.1 – Temperatura da Água e Oxigênio Dissolvido

No período avaliado os valores de temperatura da água oscilaram entre 20,1°C (P03) e 21,5°C (P01). Com relação ao oxigênio dissolvido, as concentrações variaram entre 6,27 mg/L (P04) e 7,93 mg/L (P01) (Figura 39). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para estes parâmetros.

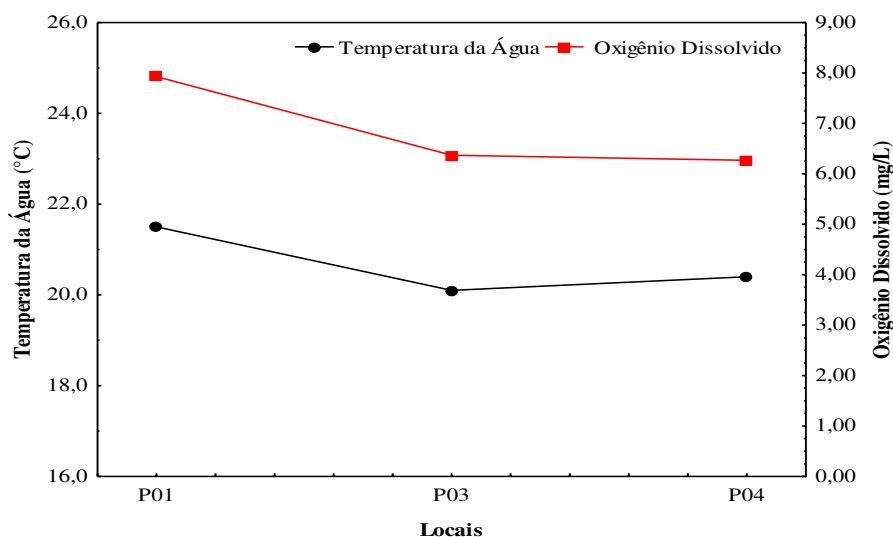


Figura 39 – Valores de temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020.

### 5.2.2 – Condutividade Elétrica e Turbidez

No período avaliado, os valores da condutividade elétrica oscilaram entre 183,80 e 1286,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo o menor valor registrado no P03 e o maior no P04 (Figura 40). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para este parâmetro.

Os valores de turbidez no mês de maio não atingiram o limite de quantificação do método (LQM = 0,62 NTU) (P01 e P03) e 2,24 NTU (P04) (Figura 40). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para este parâmetro.

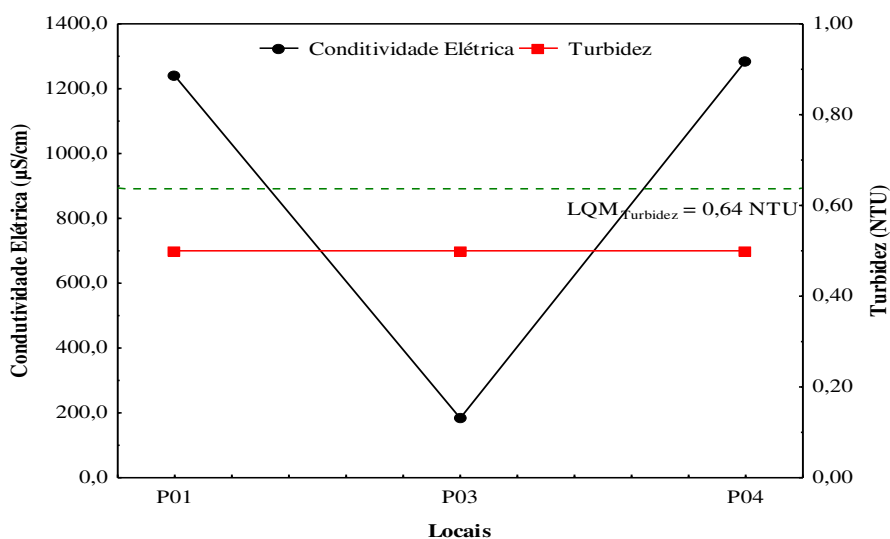


Figura 40 – Valores de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e turbidez (NTU) nas águas subterrâneas, em maio de 2020. (-----) Limite de Quantificação do Método.



### 5.2.3 – pH e Alcalinidade

Em maio, os valores do potencial de íons hidrogênio (pH) na água, oscilaram entre 7,14 (P04) e 8,57 (P01) (Figura 41). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para este parâmetro.

Com relação à alcalinidade, os valores oscilaram entre 62,38 mg/L (P01) e 112,88 mg/L (P04) (Figura 41). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para este parâmetro.

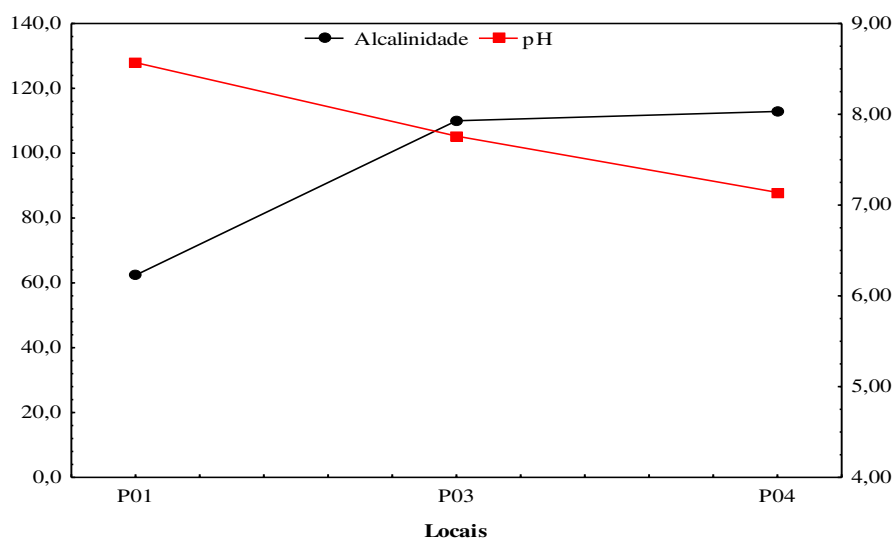


Figura 41 – Valores do potencial de íons hidrogênio (pH) e alcalinidade (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020.

### 5.2.4 – Fósforo total e Ortofosfato (mg/L)

Para o parâmetro fósforo total os valores variaram entre 0,028 e 0,103 mg/L, sendo o menor valor registrado no P04 e o maior no P01 (Figura 42). Com relação às concentrações de ortofosfato, houve uma variação de 0,069 mg/L (P01) a 0,10 mg/L (P03) (Figura 42). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para estes parâmetros.

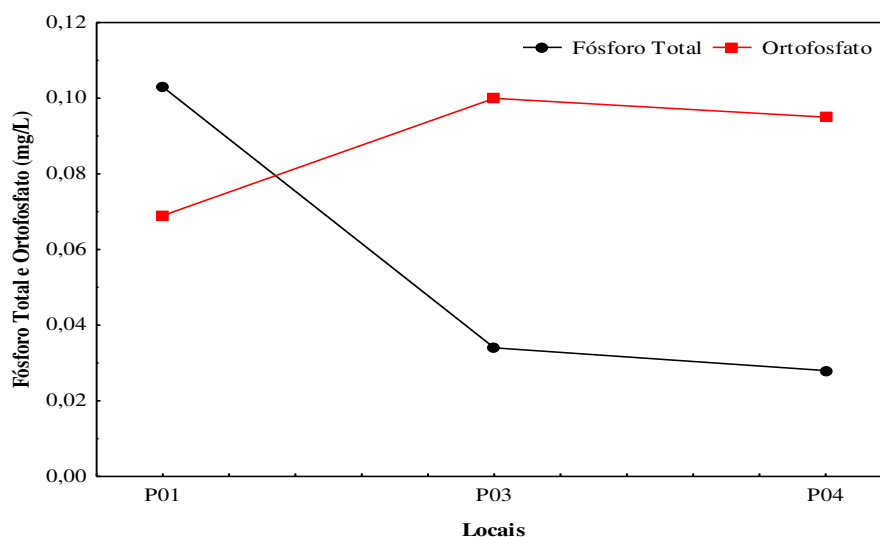


Figura 42 – Concentrações de fósforo total e ortofosfato (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020.

#### 5.2.5 – Cálcio e Nitrato (mg/L)

Durante as amostragens de maio de 2020, as concentrações de cálcio oscilaram entre 6,40 mg/L (P01) e 26,45 mg/L (P04) (Figura 43). Para este parâmetro, a resolução CONAMA N° 396/2008 não prevê concentrações limites. Já as concentrações de nitrato variaram de não detectáveis ao método (LQM = 0,30 mg/L) nos P01 e P03 a 2,40 mg/L (P04) (Figura 43). As concentrações de nitrato observadas no período encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N° 396/2008, para os seguintes usos preponderantes, Consumo humano:  $\leq 10,00$  mg/L; Dessedentação de animais:  $\leq 90,00$  mg/L; Recreação:  $\leq 10,00$  mg/L.

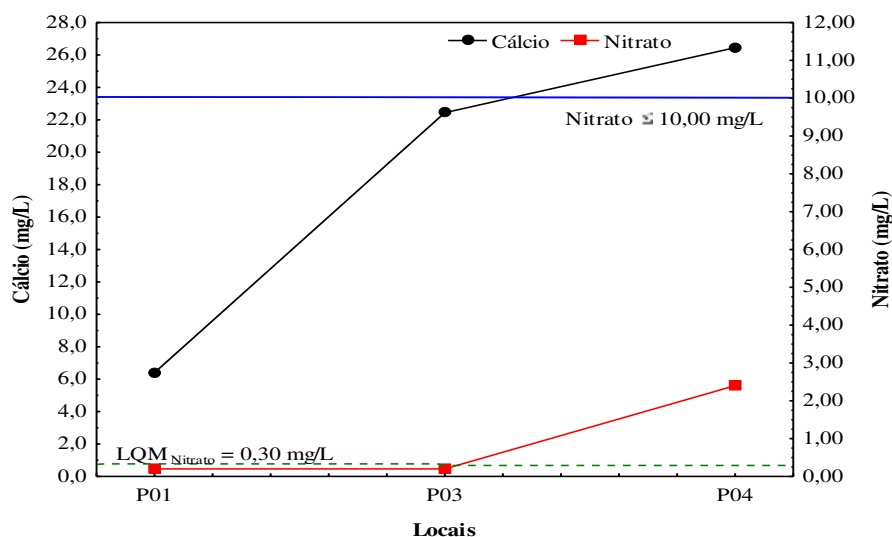


Figura 43 – Concentrações de nitrato e cálcio (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020. (—) Limite da CONAMA N° 396/2008, (-----) Limite de Quantificação do Método.

### 5.2.6 – DBO e DQO

Em maio de 2020, os valores da DBO oscilaram entre não detectável pelo método ( $LQM = 1,00\text{ mg/L}$ ) no P01 e  $1,09\text{ mg/L}$  no P03 e  $1,61\text{ mg/L}$  no P04 (Figura 44). Para a DQO os valores oscilaram entre  $45,20$  e  $87,20\text{ mg/L}$ , sendo o menor valor registrado no poço P04 e o maior no P01 (Figura 44). A resolução CONAMA N° 396/2008, não estabelece limites para estes parâmetros.

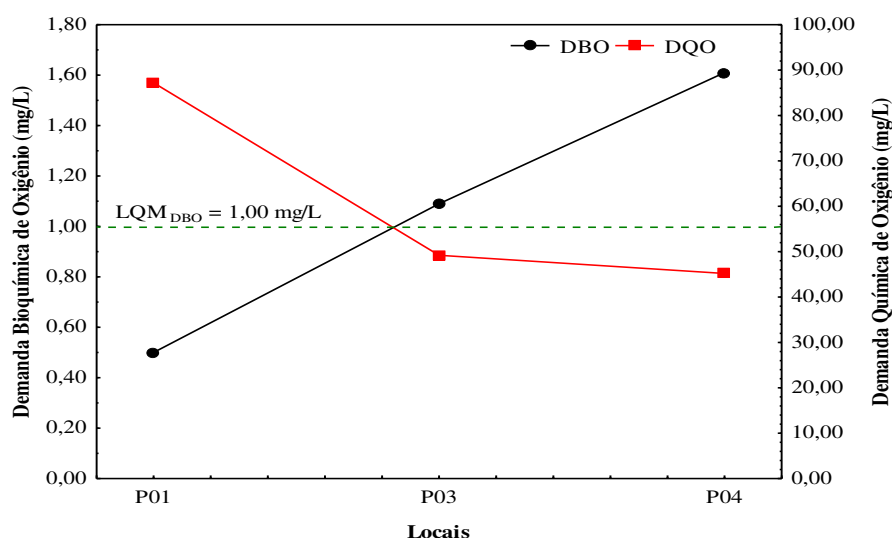


Figura 44 – Valores de DBO e DQO (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020. (-----) Limite de Quantificação do Método.

### 5.2.7 – Sólidos Totais Dissolvidos

Os valores de sólidos totais dissolvidos oscilaram entre 162,50 e 174,00 mg/L, sendo o menor valor registrado no P03 e o maior no P01 (Figura 45). As concentrações de sólidos totais dissolvidos observadas no período encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N° 396/2008, que estabelece limite apenas para consumo humano ( $\leq 1.000$  mg/L).

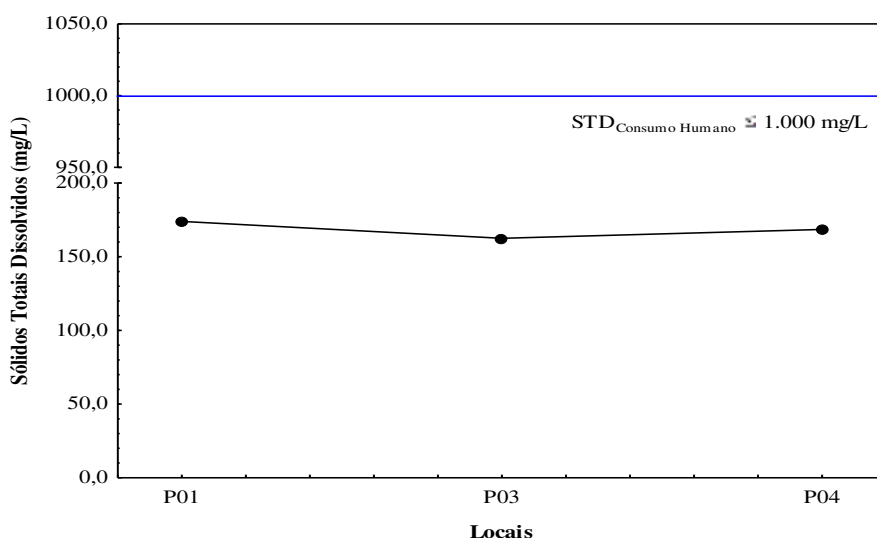


Figura 45 – Concentração de sólidos totais dissolvidos (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020. (—) Limite da CONAMA N° 396/2008.

### 5.2.8 – Cloretos e Dureza Total

As concentrações de cloretos apresentaram uma variação de 0,50 mg/L (P03) a 8,60 mg/L (P04) (Figura 46). As concentrações de cloretos registradas no período ao longo dos locais encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N° 396/2008, para os seguintes usos preponderantes: Consumo humano:  $\leq 250,00$  mg/L; Irrigação: 100 a 700 mg/L e Recreação:  $\leq 400$  mg/L.

Com relação à dureza total da água, no período avaliado as concentrações variaram de 50,00 mg/L no P01 a 145,00 mg/L no P04 (Figura 46). Para este parâmetro, a resolução CONAMA N° 396/2008 não prevê concentrações limites.

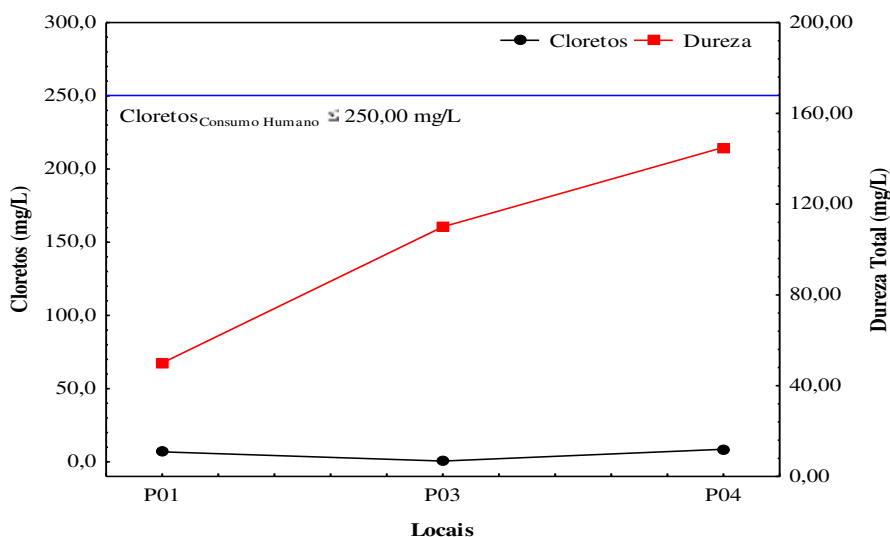


Figura 46 – Valores de dureza total e cloretos nas águas subterrâneas, em maio de 2020. (—) Limite da CONAMA N° 396/2008.

### 5.2.9 – Ferro

No mês de maio foi registrada a menor concentração de ferro no local P03 (0,10 mg/L) e a maior concentração ocorreu no local P01 (0,26 mg/L) (Figura 47), todos os locais encontraram-se dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA N° 396/2008, para os seguintes usos preponderante: Dessedentação de animais:  $\leq 5,00$  mg/L; Consumo humano e recreação:  $\leq 0,30$  mg/L.

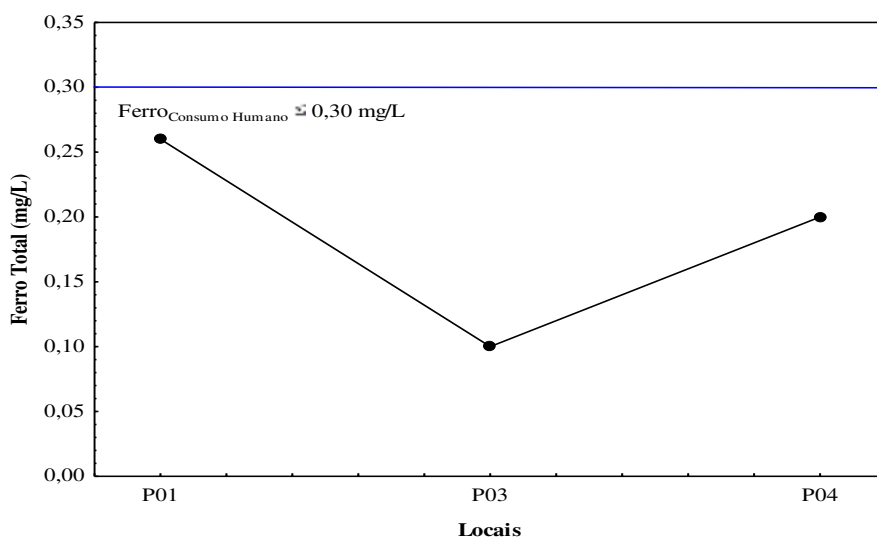


Figura 47 – Valores de Ferro (mg/L) nas águas subterrâneas, em maio de 2020. (—) Limite da CONAMA N° 396/2008.



### 5.2.10 – Manganês (mg/L)

No mês de maio a concentração de manganês apresentou valores menores que o limite de quantificação do método (LQM =0,013 mg/L) em todos os locais analisados, assim, as concentrações de manganês observadas em todos os poços encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N° 396/2008, para o seguinte uso preponderante, Irrigação:  $\leq 0,20$  mg/L; Consumo humano e recreação:  $\leq 0,10$  mg/L e Dessedentação de animais:  $\leq 0,05$  mg/L.

### 5.2.11 – Hidróxidos

A alcalinidade é devida principalmente a presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, dependendo do pH da água podem ser encontrados esses diferentes compostos. No período avaliado, não houve detecção de hidróxidos no P03, enquanto que o P04 registrou 0,008 mg/L e o P01 0,123 mg/L. Para este parâmetro, a resolução CONAMA n° 396/2008 não prevê concentrações limites.

### 5.2.12 – Coliformes Totais e Coliformes Fecais (*E. coli*)

Para coliformes totais, nos locais P01 e P03 não foram detectados coliformes, enquanto no P04 foram contados 10 NMP/100mL. Para este parâmetro, a resolução CONAMA N° 396/2008 não prevê concentrações limites. Com relação à *E. coli*, as concentrações nos locais P01, P03 e P04 foram  $<1,0$  NMP/100mL (Tabela 13). Sendo assim, as concentrações de *Escherichia coli* encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N° 396/2008, para os seguintes usos preponderantes, Dessedentação de animais:  $\leq 200$  NMP/100mL; Recreação:  $\leq 1.000$  NMP/100mL e Consumo Humano (Ausente).

Tabela 13 - Concentração de Coliformes totais e coliformes fecais (*E. coli*) (NMP/100 mL) nas águas subterrâneas em maio de 2020.

Locais	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Fecais ( <i>Escherichia coli</i> ) (NMP/100mL)
P01	$<1,0$	$<1,0$
P03	$<1,0$	$<1,0$
P04	10	$<1,0$

### 5.3 Ictiofauna

#### 5.3.1 – Levantamento ictiofaunístico

Durante a amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, nos cinco locais de coleta, foram capturados 805 indivíduos, sendo a maior ocorrência no local Reservatório (RES) com 308 indivíduos, seguido de Montante (MON; 172 indivíduos), rio Branco (BCO; 168 exemplares), Jusante (JUS) e Trecho de Vazão Reduzida (TVR) com 98 e 59 exemplares, respectivamente. Nesta coleta foram registradas 33 espécies, distribuídas em 14 famílias e quatro ordens (

Tabela 14).

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 et al., 2006), sendo que estes autores relatam que estas ordens são as de maior representatividade na ictiofauna de sistemas fluviais sul-americanos, com leve superioridade de Characiformes.

Tabela 14 – Enquadramento das espécies de peixes capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, no mês de maio de 2020, as classificações de ordens e famílias seguiram Betancur-R et al. (2017).

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
<b>CHARACIFORMES</b>					
Erythrinidae					
<i>Hoplias mbigua</i> Azpelicueta et al. (2015)				X	
<i>Hoplias</i> sp. 2	X	X			X
Serrasalminidae					
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1837		X			X
Parodontidae					
<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann, 1907)	X	X	X	X	
Prochilodontidae					
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)				X	
Curimatidae					
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)		X	X		X
<i>Steindachnerina insculpta</i> Fernández-Yépez, 1948	X	X	X	X	X
Anostomidae					
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski, 1987	X	X	X		
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	X				

Enquadramento Taxonômico	Locais				
	MON	RES	TVR	JUS	BCO
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1836)		X			
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	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>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983		X		X	
<i>Bryconamericus</i> aff. <i>iheringii</i> (Boulenger, 1887)	X	X			X
<i>Galeocharax gulo</i> (Cope, 1870)	X	X	X	X	
<i>Piabarchus stramineus</i> Eigenmann, 1908		X			
<i>Psalidodon</i> aff. <i>fasciatus</i> (Cuvier, 1819)				X	
GYMNOTIFORMES					
Gymnotidae					
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)			X		
SILURIFORMES					
Loricariidae					
<i>Ancistrus</i> sp.			X		
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Iheringi, 1911)				X	
<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes, 1836				X	
<i>Hypostomus</i> cf. <i>paulinus</i> (Ihering, 1905)	X		X		
<i>Hypostomus</i> cf. <i>strigaticeps</i> (Regan, 1908)		X	X		X
Auchenipteridae					
<i>Tatia neivai</i> (Ihering, 1930)				X	
Heptapteridae					
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)			X		
Pimelodidae					
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)	X				
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner, 1877			X	X	
<i>Pimelodus paranaensis</i> Britski & Langeani 1988			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>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)		X		X	X

Durante a amostragem foi observada a ocorrência de *C. rendalli* (tilápia) nos locais RES e JUS, que são categorizadas como exóticas à ictiofauna brasileira.

### 5.3.2 – Estratégia reprodutiva

De acordo com o proposto por Suzuki et al. (2004), na área de influência da PCH Cantu 2 apenas as espécies *Prochilodus lineatus* e *Megaleporinus obtusidens*, classificadas como migradoras de longa distância (MIG), foram capturadas, representando 0,2 % do total de indivíduos neste mês. As espécies definidas como não migradoras ou migradoras de curta distância sem cuidado parental (SSP) totalizaram 17 espécies e representaram 89,9%, seguidas das espécies não migradoras ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) que totalizaram 11 espécies e representaram 8,1% do total (Figura 48).

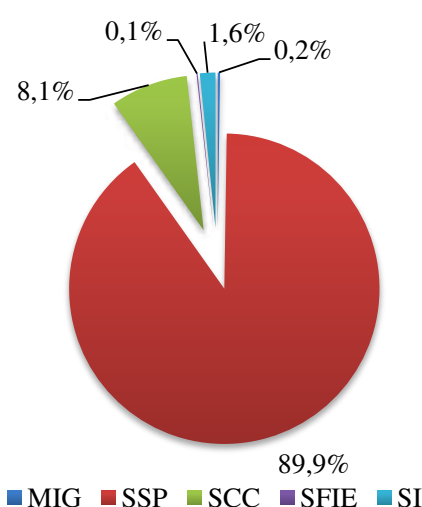


Figura 48 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSP = não migrador ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = não migrador ou migrador de curta distância com cuidado parental; SFIE = não migrador ou migrador de curta distância com fecundação interna e desenvolvimento externo; SI = sem informação na literatura) capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

### 5.3.3 – Padrões de dominância e abundância relativa

As maiores CPUEs para as redes de espera entre os locais de amostragem da PCH Cantu 2, em número de indivíduos, foram registradas para os locais MON e BCO (655,6 e 647,9 indivíduos/1000m<sup>2</sup>\*16h, respectivamente), seguido de JUS (304,7 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h), RES e TVR (227,5 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h, cada). Em relação à biomassa as maiores capturas foram para os locais BCO e JUS (44,2 e 32,4 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h), seguidos de MON, RES e TVR (29,0, 11,3 e 10,5 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, respectivamente) (Figura 49).

Em relação às capturas por unidade de esforço, no local MON (Figura 50A) as espécies mais abundantes em número de indivíduos foram: *S. insculpta* (366,4 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h), *Astyanax lacustris* (135,0 ind.), *Acestrorhynchus lacustris* (65,6 ind.), *S. nasutus* e *G. gulo* (27,0 e 19,3 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h, cada), já em biomassa foram: *S. insculpta*, *S. nasutus* e *Acestrorhynchus lacustris* (10,6, 5,2 e 3,4 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, respectivamente).

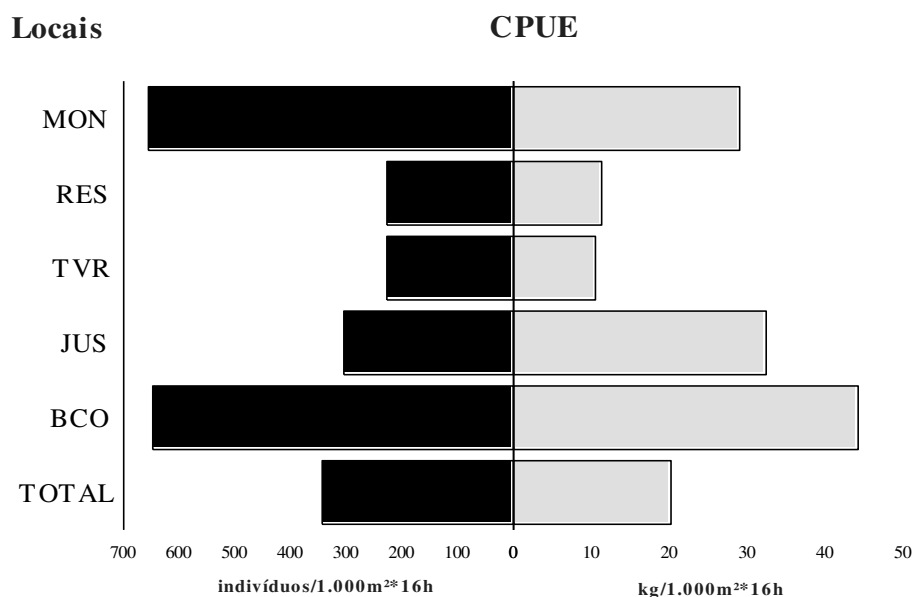


Figura 49 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos e biomassa das espécies capturadas nos cinco locais de amostragem (MON = Montante, RES = Reservatório, TVR = Trecho de vazão reduzida, JUS = Jusante e BCO = rio Branco) e Total da área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

No local RES (Figura 50B) as maiores CPUEs em número de indivíduos se deram para *Astyanax lacustris* e *Acestrorhynchus lacustris* (136,1 e 41,8 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h, respectivamente), seguido de *G. gulo* e *S. insculpta* (20,4 e 10,7 ind., respectivamente). Em biomassa, as espécies *Acestrorhynchus lacustris* e *Astyanax lacustris* apresentaram 3,1 e 2,9 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, cada.

No TVR (Figura 50C) as maiores capturas se deram para as espécies *Astyanax lacustris* e *H. cf. paulinus* (65,6 e 54,0 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h, respectivamente), em biomassa, *H. cf. paulinus* apresentou 3,2 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h de captura e *S. nasutus* com 2,3 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h.

A Figura 50D representa a CPUE em número e biomassa do local JUS onde as espécies que apresentaram as maiores capturas foram: *Astyanax lacustris* (92,6



ind./1000m<sup>2</sup>\*16h e 2,0 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h), *S. nasutus* (92,6 ind. e 19,1 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h), *Crenicichla* sp. (27,0 indivíduos e 1,0 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h) e *S. insculpta* (19,3 ind. e 0,3 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, cada).

Para o local BCO foram registradas as maiores capturas para as espécies *Aces. lacustris* (362,5 ind. e 28,4 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, cada), seguido de *Astyanax lacustris* (142,7 ind. e 2,8 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h), *S. insculpta* (69,4 ind e 2,4 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, cada) (Figura 50E).

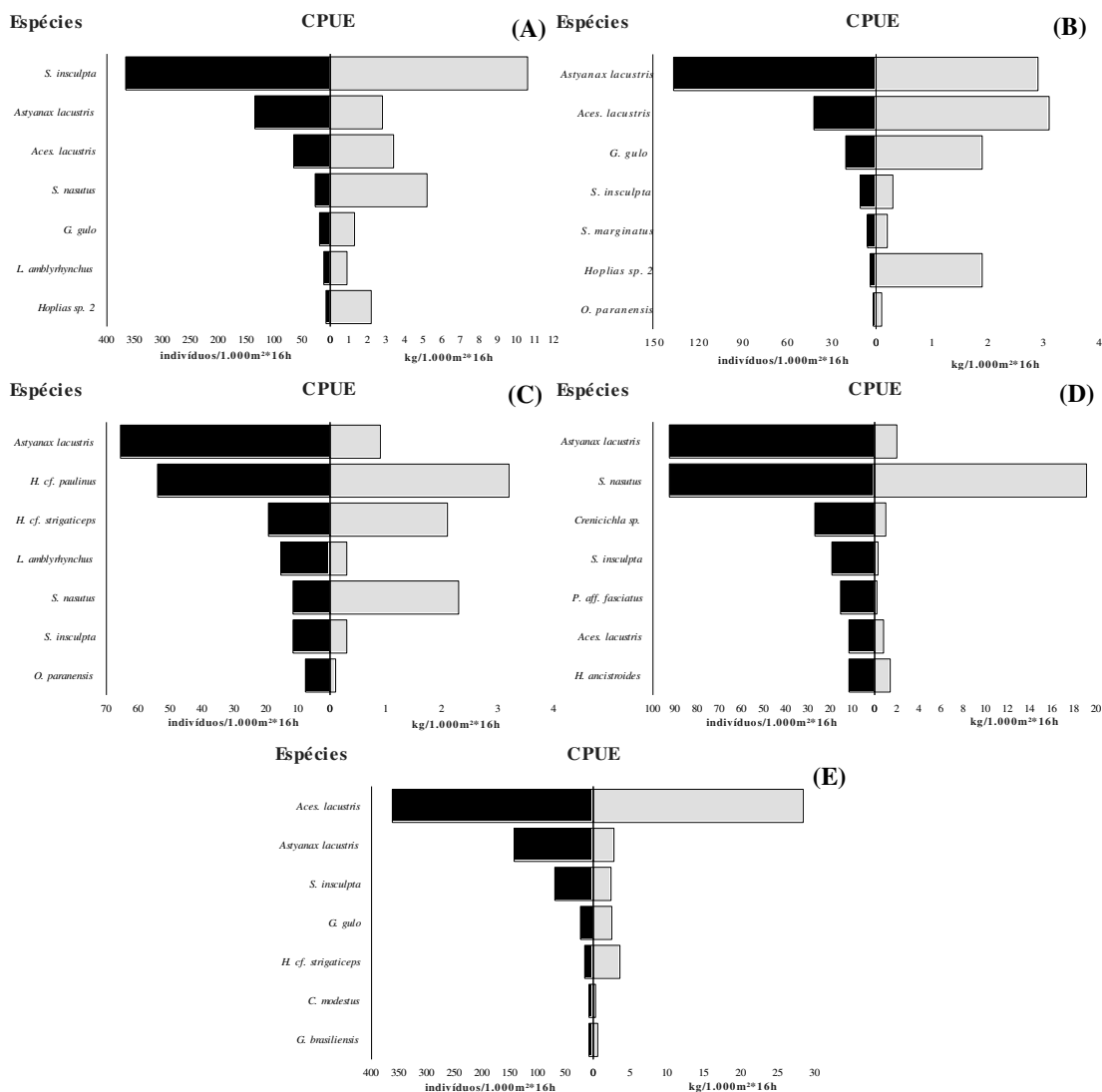


Figura 50 – Captura por unidade de esforço (CPUE), em número e biomassa das espécies capturadas nos locais de coleta (A = Montante, B = Reservatório, C = TVR, D = Jusante e E = rio Branco), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

Indexando a captura por unidade de esforço pela estratégia reprodutiva das espécies, verificou-se que as migradoras de longa distância (MIG) responderam por 1,0 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h e biomassa de 0,8 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, espécies não migradoras sem

cuidado parental (SSP) representaram 311,7 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h e 16,0 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h, não migradora ou migradora de curta distância com cuidado parental (SCC) representaram 24,7 ind./1000m<sup>2</sup>\*16h e biomassa de 3,2 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h e sem informação na literatura compreenderam 6,3 ind. e 0,3 kg/1000m<sup>2</sup>\*16h(Figura 51).

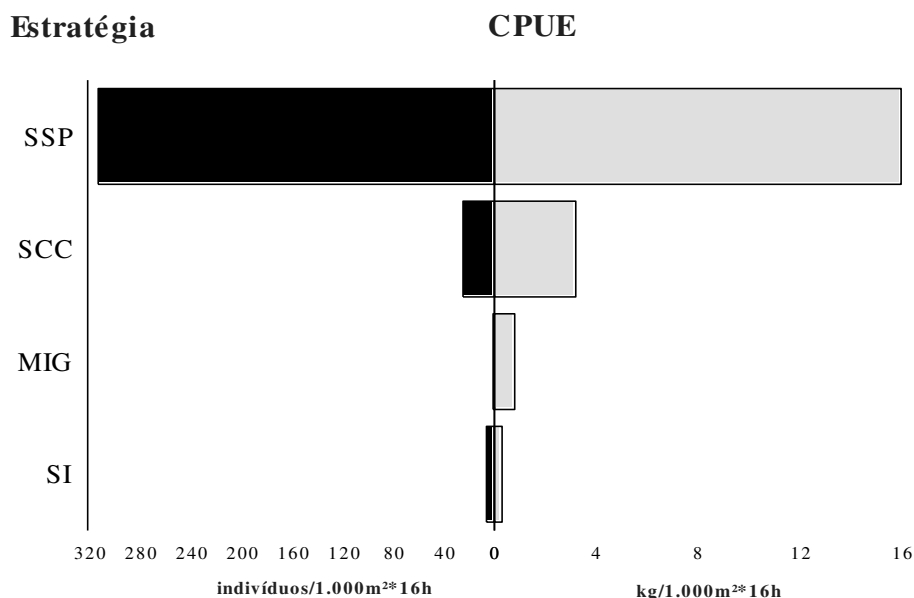


Figura 51 – Captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos e biomassa das espécies capturadas em relação às estratégias reprodutivas (MLD= migrador de longa distância; SSC= não migrador ou migrador de curta distância com cuidado parental; SCC= não migrador ou migrador de curta distância sem cuidado parenta) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

#### 5.3.4 – Atributos da assembleia de peixes

Neste mês as maiores riquezas de espécies (S) foram registradas nos locais RES e JUS (18 espécies), seguido dos locais TVR (16), MON (12) e BCO (11). Em relação aos padrões de equitabilidade (E) e diversidade (H') os locais BCO e MON apresentaram os menores valores (E= 0,57 e H'= 1,36; E= 0,58 e H'= 1,45, respectivamente) e os maiores valores foram registrados para os locais JUS e TVR (E= 0,80 e H'= 2,32; E= 0,80 e H'= 2,22) (Figura 52).

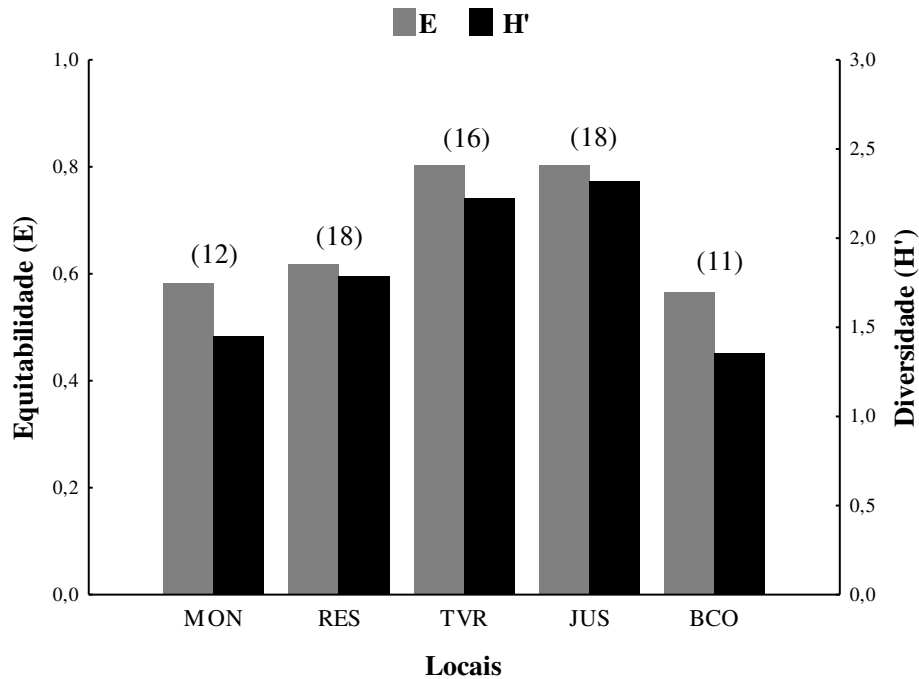


Figura 52 – Variação espacial da riqueza de espécies (entre parênteses), equitabilidade e diversidade específica na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu 2, em maio de 2020.

### 5.3.5 – 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 (0-20 cm), médio (20,1-40 cm) e grande porte (> 40,1cm). No mês de maio as espécies de pequeno porte representaram 64,7% da captura, as de médio porte foram 32,4% e as de grande porte 2,9% (Tabela 15).

Tabela 15 – 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, em maio de 2020.

Espécie	Comprimento Padrão (cm)				S	Tamanho
	N	min.	máx.	méd.		
<i>A. piracicabae</i>	19	3,3	8,1	4,6	1,6	pequeno
<i>Aces. lacustris</i>	158	10,1	26,8	17,5	3,4	médio
<i>Ancistrus sp.</i>	1	5,4	5,4	5,4	-	pequeno
<i>Astyanax lacustris</i>	255	5,2	11,8	8,7	1,1	pequeno
<i>B. aff. iheringii</i>	57	1,9	4,8	3,6	0,7	pequeno
<i>C. britskii</i>	1	11,1	11,1	11,1	-	pequeno
<i>C. modestus</i>	4	9,6	10,9	10,2	0,7	pequeno
<i>C. rendalli</i>	9	1,5	12,1	3,6	3,3	pequeno

Espécie	Comprimento Padrão (cm)					Tamanho
	N	min.	máx.	méd.	S	
<i>Crenicichla sp.</i>	10	8,6	18,5	12,7	2,9	pequeno
<i>G. brasiliensis</i>	7	1,6	14,1	4,5	5,1	pequeno
<i>G. gulo</i>	32	12,3	22,5	17,8	2,6	médio
<i>G. inaequilabiatus</i>	1	17,3	17,3	17,3	-	pequeno
<i>H. ancistroides</i>	3	16,7	20,4	18,2	1,9	médio
<i>H. cf. paulinus</i>	15	7,4	19,6	11,5	3,8	pequeno
<i>H. cf. strigaticeps</i>	11	12,0	23,3	17,4	3,5	médio
<i>H. commersoni</i>	1	15,0	15,0	15,0	-	pequeno
<i>H. mbigua</i>	3	15,0	19,8	17,4	2,4	pequeno
<i>Hoplias sp. 2</i>	7	18,1	36,4	25,8	5,5	médio
<i>I. labrosus</i>	1	20,1	20,1	20,1	-	médio
<i>L. amblyrhynchus</i>	9	4,4	18,0	11,8	4,2	pequeno
<i>L. octofasciatus</i>	2	18,1	23,3	20,7	3,7	médio
<i>M. obtusidens</i>	1	22,0	22,0	22,0	-	médio
<i>O. paranensis</i>	9	7,5	15,5	11,3	2,8	pequeno
<i>P. aff. fasciatus</i>	5	7,8	9,4	8,5	0,6	pequeno
<i>P. lineatus</i>	1	35,6	35,6	35,6	-	médio
<i>P. microstoma</i>	3	12,0	20,5	14,9	4,9	médio
<i>P. paranaensis</i>	1	20,0	20,0	20,0	-	pequeno
<i>P. stramineus</i>	1	3,0	3,0	3,0	-	pequeno
<i>R. quelen</i>	1	12,9	12,9	12,9	-	pequeno
<i>S. insculpta</i>	132	6,4	13,9	10,5	1,3	pequeno
<i>S. marginatus</i>	7	9,4	11,8	10,6	0,8	pequeno
<i>S. nasutus</i>	37	8,9	32,9	21,5	6,5	médio
<i>T. neivai</i>	1	3,4	3,4	3,4	-	pequeno

A Figura 53 mostra a frequência das classes de comprimento das espécies capturadas na região, a maior frequência foi de indivíduos entre 5,1 e 10,0 cm (39,0%), seguido de indivíduos com tamanho entre 10,1 e 15,0 (23,9%), indivíduos entre 15,1 e 20,0 cm (16,0%) e entre 0,1 e 5,0 cm (11,1%), o que mostra que a maior parte dos peixes capturados é de pequeno porte totalizando 90,0% dos exemplares amostrados.

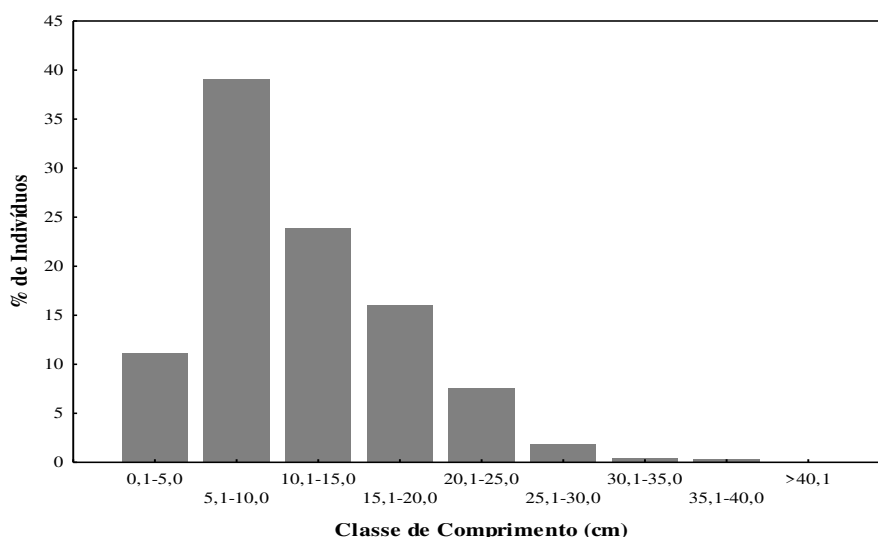


Figura 53 – Distribuição das classes de comprimentos das espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu em maio de 2020.

### 5.3.6 – Dieta das espécies

Foram obtidas informações sobre a composição da dieta de sete espécies, sendo amostrados, 5 *Acestrorhynchus lacustris*, 31 *Astyanax lacustris*, 13 *Bryconamericus aff. iheringii*, 1 *Oligosarcus paranensis*, 2 *Psalidodon aff. fasciatus*, 1 *Serrasalmus marginatus* e 1 *Schizodon nasutus*.

#### *Acestrorhynchus lacustris*

A identificação da composição da dieta foi realizada a partir da análise de cinco exemplares, provenientes dos locais MON, RES JUS e BCO, que consumiram exclusivamente peixes.

#### *Astyanax lacustris*

Assim como verificado para essa espécie em amostragens anteriores, a investigação da composição da dieta revelou a capacidade da espécie de explorar amplo espectro de itens alimentares, incluindo aí recursos de origem animal e vegetal, indicando um comportamento generalista quanto à alimentação. Apesar disso, neste mês, assim como em meses anteriores verificou-se maior consumo de vegetais, sugerindo a preferência alimentar da espécie e sua tendência a herbivoria (Figura 54).



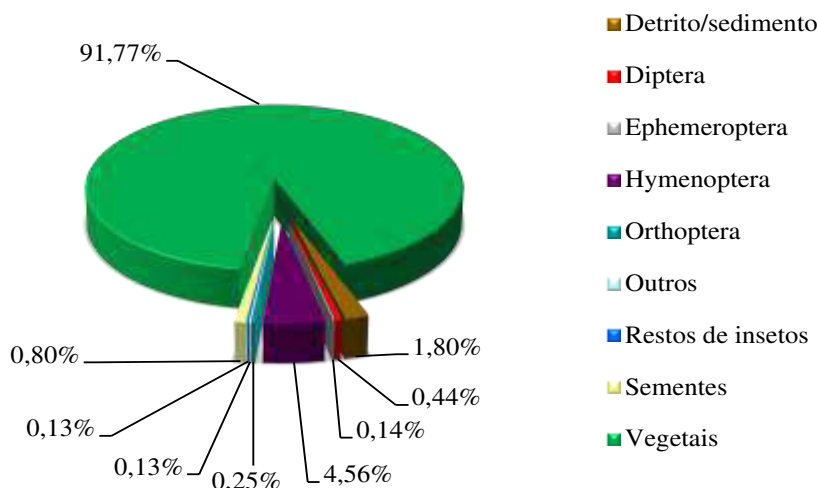


Figura 54 - Composição da dieta de *Astyanax lacustris* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020 (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

A investigação da composição da dieta entre os diferentes locais de amostragem revelou variações. Entretanto, vale ressaltar a diferença no número de exemplares analisados para cada local, sendo que os locais MON (16 exemplares analisados) e RES (10 exemplares analisados) corresponderam a mais de 80% do total analisado.

Tal diferença refletiu no número de itens alimentares identificados entre os locais, sendo que o espectro identificado para MON e RES foi maior que nos demais. Apesar da grande variedade de itens alimentares identificados, nos locais MON e RES a espécie explorou principalmente vegetais (93,0 e 71,0%, respectivamente), o que também foi constatado para o local JUS (82,2%). Em cada um destes locais um item diferente destacou-se de forma complementar na dieta, detrito/sedimento no local MON (4,2%), Hymenoptera no RES (18,6%) e Trichoptera no JUS (10,9%) (Figura 55).

Nos locais TVR e BCO, a dieta foi composta por espectro restrito de itens alimentares, indicando maior consumo de insetos em ambos, com predomínio de Diptera no TVR e de Ephemeroptera no BCO (Figura 55). As variações na composição da dieta observadas indicam o oportunismo trófico da espécie, que apresentou capacidade de utilizar recursos alimentares diferentes, possivelmente como resposta a disponibilidade local dos recursos.

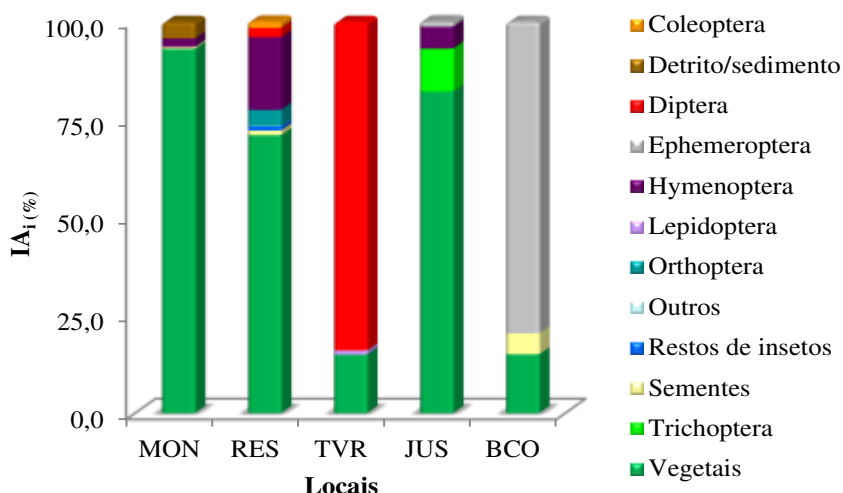


Figura 55 - Dieta de *Astyanax lacustris* nos diferentes locais de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020 (MON = Montante; RES = Reservatório; TVR = Trecho de vazão reduzida; JUS = Jusante; BCO = rio Branco) (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

Quando avaliado o ciclo alimentar diário, representado pelos turnos de amostragem foram evidenciadas diferenças sutis. Assim, em ambos os períodos, o maior valor de índice alimentar foi obtido para vegetais, vespertino-noturno (91,7%) e noturno-matutino (85,7%), com maior contribuição de insetos no noturno-matutino, principalmente Hymenoptera (Figura 56). Tanto para o vespertino-noturno, como para o noturno-matutino verificou-se a exploração de amplo espectro de itens alimentares, com leve superioridade no vespertino-noturno.

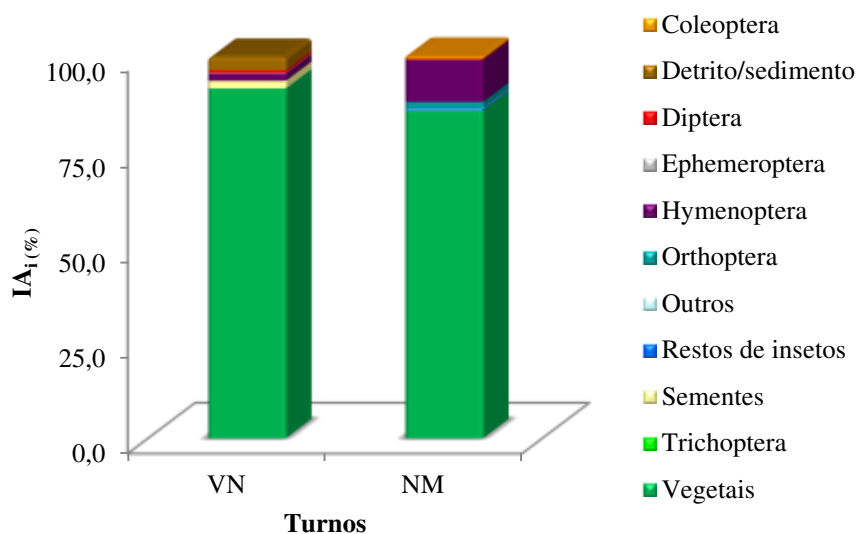


Figura 56 - Dieta de *Astyanax lacustris* nos diferentes turnos de amostragem na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020 (VN = vespertino-noturno; NM = noturno-matutino) (itens cujo valor do índice alimentar foi inferior a 0,1% foram agrupados na categoria outros).

*Bryconamericus aff. iheringii*

A identificação da composição da dieta de *B. aff. iheringii* revelou a capacidade da espécie explorar recursos alimentares diferenciados, incluindo tanto itens de origem animal como vegetal. Apesar desse aparente generalismo, observou-se o predomínio de vegetais e microcrustáceos na dieta, a qual foi complementada principalmente por Diptera e detrito/sedimento. A identificação de considerável proporção de sedimento possivelmente está relacionada à presença de formas imaturas de Diptera junto ao substrato, que por sua vez tornam-se disponíveis como alimento (Figura 57).

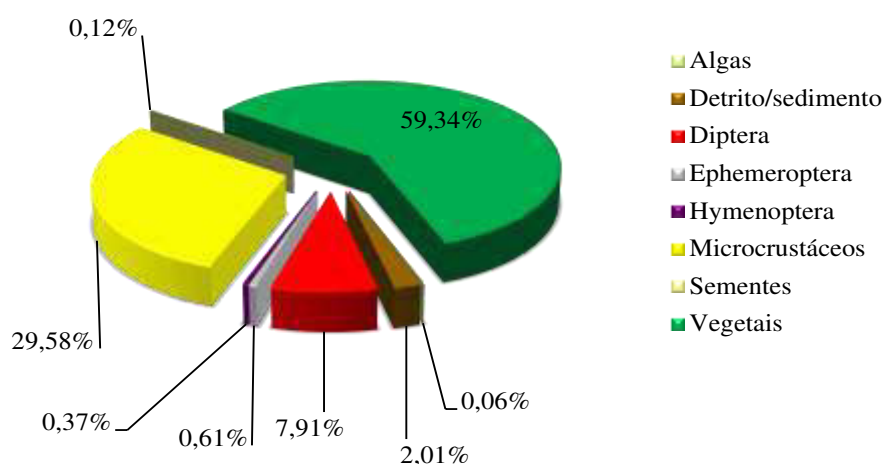


Figura 57 - Composição da dieta de *Bryconamericus aff. iheringii* na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

#### *Oligosarcus paranensis*

A composição da dieta foi identificada a partir da análise de um exemplar proveniente do local JUS, que revelou o consumo de Hymenoptera e vegetais.

#### *Psalidodon aff. fasciatus*

A análise do conteúdo estomacal de dois exemplares provenientes do local JUS revelou que um consumiu vegetais, exclusivamente, e o outro Ephemeroptera.

#### *Serrasalmus marginatus*

A dieta de *S. marginatus* foi avaliada através da análise de um exemplar, proveniente do RES, evidenciando consumo exclusivo de peixes.

#### *Schizodon nasutus*

A análise do conteúdo estomacal de um exemplar proveniente do local JUS revelou o consumo exclusivo de Hymenoptera.

### 5.3.7 – Reprodução

Entre os locais de amostragem foi avaliada a atividade reprodutiva das espécies, em todos eles observou-se grande frequência de indivíduos em repouso gonadal (REP), seguido de exemplares em reprodução (RPD), a pequena frequência de exemplares imaturos é reflexo dos indivíduos capturados principalmente com auxílio do arrasto marginal, que configura exemplares de pequeno porte que ainda não atingiram a idade reprodutiva (Figura 58).

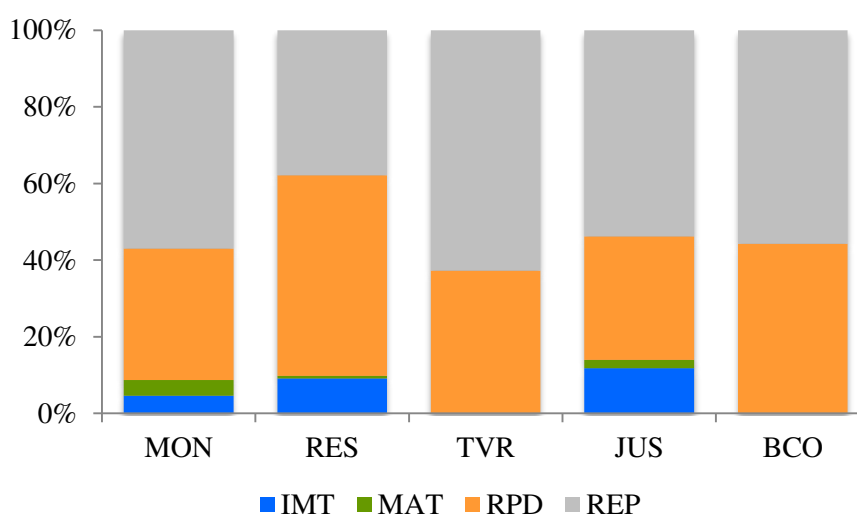


Figura 58 – Frequência de ocorrência dos estágios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) para as principais espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

Avaliando-se as 10 espécies mais capturadas em número de indivíduos durante o mês de maio de 2020, observou-se que a maioria delas apresentou indivíduos em repouso, com exceção de *Astyanax lacustris* e *O. paranensis* que apresentaram 80,0% e 77,8% de exemplares em reprodução, e *A. piracicabae* que apresentou 84,2% de exemplares imaturos (Figura 59).



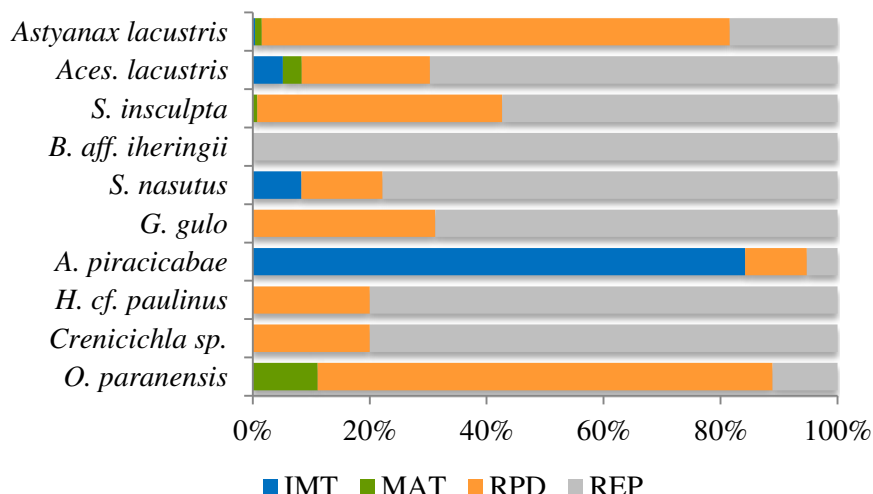


Figura 59 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso), para as principais espécies capturadas na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

A reprodução das espécies também foi avaliada levando-se em consideração as estratégias reprodutivas. Os peixes migradores de longa distância apresentaram 50% dos exemplares em reprodução, 50% em repouso. Espécies não migradoras sem cuidado parental (SSP) apresentaram 48,8% de exemplares em repouso, seguido de 45,5% em reprodução, enquanto que as não migradoras ou migradoras de curta distância com cuidado parental (SCC) apresentaram 55,7% de indivíduos em repouso, seguidos de 22,9% imaturos e 19,7% em reprodução. Apenas um exemplar de *T. neivai* foi capturado e enquadrado como imaturo, e quanto aos exemplares sem informação na literatura 76,9% encontraram-se em repouso e 23,1% em reprodução (Figura 60).

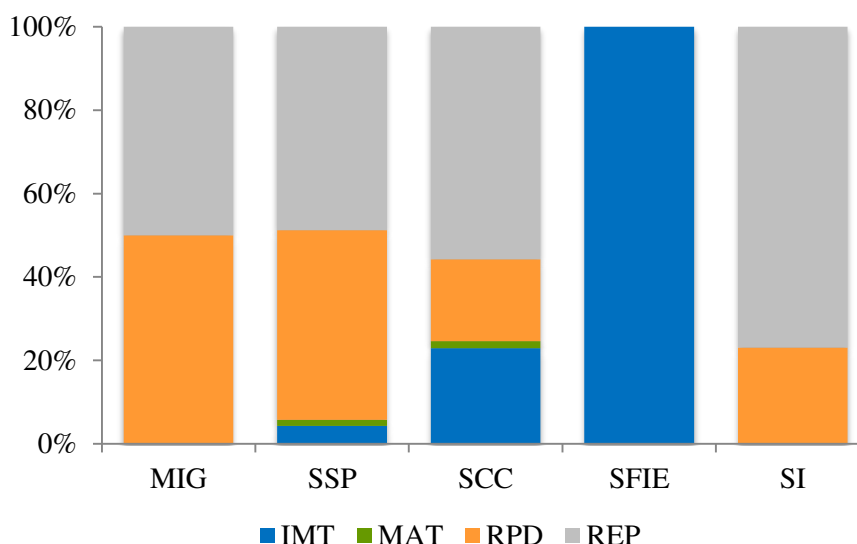


Figura 60 – Frequência de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal (IMT= imaturo, MAT = maturação, RPD = reprodução, REP = repouso) para as estratégias reprodutivas (MIG = migrador de longa distância, SSP = não migrador ou migrador de curta distância sem cuidado parental, SCC = não migrador ou migrador de curta distância com cuidado parental, SFIE = não migrador ou migrador de curta distância sem cuidado parental com fecundação interna e desenvolvimento interno, SI = sem informação na literatura) na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as águas superficiais, no período avaliado a maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005, para corpos de água da classe 2, exceto no local BCO, que apresentou os valores de clorofila-*a* e DBO acima do preconizado pela resolução, e ainda o parâmetro fenóis apresentou desconformidade em todos os locais de amostragem, entretanto, estes valores não afetaram as comunidades aquáticas. Cabe ressaltar a hipóxia nas camadas mais inferiores do reservatório, a partir do quinto metro os valores ficaram abaixo de 1,00 mg/L, assim podendo classificá-lo como temporariamente meromítico (Esteves, 2011), fato que pode estar relacionado as baixas vazões que vem assolando a região por um período prolongado.

As concentrações registradas e os valores limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 para os diferentes parâmetros estão apresentados no Quadro I.

Quadro I – Valores registrados e exigidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 para as concentrações das diferentes variáveis. (Nm = não mencionado na legislação; < ‘valor’ = inferior ao limite de quantificação do método; (-) análise realizada somente na superfície), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020. Valores em vermelho fora do limite estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/2005.

Variáveis	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	CONAMA n°357/2005 Classe II
Alcalinidade (mg/L)	32,13	32,00	39,00	41,25	33,75	30,63	39,75	Nm
Cádmio (mg/L)	< 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	7,70	8,58	Nm
Chumbo (mg/L)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤0,01
Cloretos (mg/L)	1,90	2,10	2,10	2,10	1,50	1,70	2,50	≤250,0
Clorofila- <i>a</i> (µg/L)	0,96	4,33	1,44	1,44	3,12	1,92	109,58	≤30,0
Cobre (mg/L)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	≤0,009
Coliforme Fecal <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	63	< 1	-	-	41	20	81	<1000
Coliforme Total (NMP/100 mL)	2851	386	-	-	1423	561	1648	Nm
Condutividade Elétrica (µS/cm)	60,90	74,00	74,50	78,30	64,10	56,70	73,10	Nm
Cromo (mg/L)	< 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	2,30	1,92	1,65	1,27	9,84	≤5,0
Demanda Química de oxigênio (mg/L)	53,20	43,20	135,20	37,20	31,20	55,20	45,20	Nm
Dureza Total (mg/L)	42,80	41,60	51,60	53,20	50,00	39,20	45,60	Nm
Fenóis (mg/L)	0,010	0,010	0,023	0,165	0,014	0,031	0,012	≤0,003
Fósforo Total (mg/L)	0,005	0,014	0,005	0,010	0,014	0,013	0,040	≤0,1
Magnésio (mg/L)	5,69	5,59	7,92	8,07	7,63	4,86	5,88	Nm
Níquel (mg/L)	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	≤0,025
Nitrato (mg/L)	0,30	0,50	1,60	1,90	0,60	0,50	1,80	≤10,0
Nitrito (mg/L)	0,004	0,002	0,001	0,001	0,002	0,006	0,004	≤1,0
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,044	0,051	0,844	0,865	0,175	0,07	0,27	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5

Variáveis	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	CONAMA nº357/2005 Classe II
Nitrogênio Orgânico (mg/L)	0,22	0,14	0,56	0,59	0,17	0,17	0,06	Nm
Óleos e Graxas (mg/L)	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	Ausente
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,03	6,70	< 1,56	< 1,56	5,57	5,99	11,50	>5,0
pH	7,59	6,89	6,87	6,82	6,87	7,47	8,66	6,0-9,0
Saturação (%)	77,50	77,70	2,40	2,41	61,50	64,80	128,00	Nm
Sílica Solúvel (mg/L)	6,28	6,29	6,71	6,87	6,28	6,23	6,36	Nm
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	46,50	48,50	56,00	55,00	33,75	38,00	62,50	≤500
Sólidos Suspensos (mg/L)	< 3,40	< 3,40	12,00	12,00	7,10	< 3,40	13,20	Nm
Sólidos Totais (mg/L)	58,50	58,00	82,00	55,00	38,50	53,50	63,50	Nm
Sulfatos (mg/L)	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	≤250,0
Temperatura da Água (°C)	20,2	22,7	16,4	15,9	20,8	20,1	21,2	Nm
Temperatura da Ar (°C)	22,0	24,0	-	-	24,0	15,0	24,0	Nm
Transparência (m)	2,50	2,55	-	-	2,30	2,60	0,40	Nm
Turbidez (NTU)	0,93	2,44	11,90	10,50	5,12	4,28	19,80	≤100,0
Fitoplâncton (ind./mL)	126,81	4.021,13	-	-	1.043,12	159,54	1.902,16	Nm
Cianobactérias (cél./mL)	0,00	26.172,09	-	-	179,99	6.189,18	122,72	≤50000
Zooplâncton (ind/m <sup>3</sup> )	1375	3263	-	-	1525	513	178000	Nm
Bentos (n)	462	282	-	-	376	825	1163	Nm
BMWP	143	51	-	-	28	104	107	Nm
IQA	93	92	-	-	80	80	67	Nm
IET	46,02	53,50	-	-	53,80	51,50	71,93	Nm

De acordo com o Índice de Qualidade da Água (IQA médio = 82), as águas no trecho analisado podem ser consideradas de Ótima qualidade, corroborando com os valores obtidos pela cálculo do BMWP para macroinvertebrados bentônicos, que também enquadrou a área de influência da PCH Cantu 2 em classe I (ótima qualidade). O Índice de Qualidade de Água de Reservatórios (IQAR = 3,23) o enquadra em moderadamente degradado, apresentando maior déficit de oxigênio, maiores concentrações de nitrogênio e DQO.

O Índice de Estado Trófico para os locais analisados (IET médio = 55,35) classifica-o de forma geral como Mesotrófico. Entre os locais houve grande variação no grau de trofia, oscilando entre ultraoligotrófico no local MON a hipereutrófico em BCO, com isto podemos afirmar que a degradação do ambiente é endógena, ou seja, é pouco provável que tenha ocorrido aporte externo de materiais que vieram a degradar o meio.

Na comunidade fitoplanctônica foram registrados 73 táxons pertencentes a onze classes, com predomínio de Cynophyceae e Dynophyceae. As cianobactérias apresentaram densidades de células inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas da classe 2, contudo, observou-se um aumento nessas densidades em relação aos meses anteriormente analisados, o que ressalta a importância do monitoramento desse grupo, em razão do potencial toxigênico. O táxon *Ceratium furcoides* (classe Dynophyceae) apresentou elevada densidade no local BCO, também apontando para a necessidade de monitoramento, uma vez que se trata de uma espécie exótica que pode representar detrimento para as espécies nativas.

Sessenta e três espécies zooplanctônicas foram identificadas, compostas por organismos das ordens Calanoida e Cyclopoida (Copepoda, Crustacea), ordem Cladocera (Crustacea), Filo Rotifera e Filo Protozoa. Os rotíferos apresentaram maior riqueza e, incluída nesse grupo, Brachionidae foi considerada a família mais representativa. As amebas testáceas, o segundo em termos de riqueza, sobressaíram as espécies da família da Arcellidae. Em relação aos microcrustáceos, os cladóceros foram os mais representativos. A densidade do zooplâncton por ponto de coleta variou de 178.000 org/m<sup>3</sup> (rio Branco) a 513 org/m<sup>3</sup> (jusante), sendo os microcrustáceos, em especial os copépodes (incluindo náuplios e copepoditos) o grupo numericamente mais importantes, seguidos dos cladóceros, rotíferos e amebas testáceas.

O número de espécies da comunidade zooplanctônica registrado na presente análise foi superior ao registrado na amostragem referente ao mesmo período do ano

anterior (abril de 2019), quando foram registrados 48 espécies, porém, a densidade da atual amostragem foi inferior ( $1.080.625 \text{ org/m}^3$  a  $1.775 \text{ org/m}^3$ ).

No que se refere aos pontos de amostragem, a maior densidade de zooplâncton foi registrada na parte que foi alagada pelo barramento, os seja, os locais situados no reservatório, como o rio Branco e o ponto do Reservatório. O ponto do Trecho de vazão reduzida também apresentou 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 neste local. Enquanto os pontos com menor abundância foram àqueles localizados a montante e jusante da casa de força.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi representada por 3.108 indivíduos, totalizando 69 táxons, os quais foram enquadrados em 37 famílias. Os indivíduos das famílias Chironomidae (Diptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera) e Leptohiphidae (Ephemeroptera), foram os mais abundantes entre os grupos registrados. Os indivíduos das famílias pertencentes à ordem Ephemeroptera, vivem em ambientes bem preservados, com presença de mata ciliar, águas limpas, bem oxigenadas e sem perturbações ambientais, sendo fundamentais para avaliar a qualidade de ambientes aquáticos (Goulart e Callisto, 2003; Hepp e Restello, 2007). A família Chironomidae (Diptera), com registro em todos os locais amostrados, corroborando com estudos realizados em riachos e rios do alto rio Uruguai (Buckup *et al.*, 2007; Biasi *et al.*, 2010; Bourscheid, 2012), onde os indivíduos desta família foram os mais representativos insetos aquáticos, que em decorrência da amplitude de ocupação de habitats; utilizam diversos recursos alimentares, o que confere estratégias adaptativas para colonizar diferentes tipos de micro-habitat (Trivinho-Strixino & Sonada, 2006), deste modo, os indivíduos desta família podem atuar como predadores, coletores de matéria orgânica particulada fina, e até eventualmente como fragmentadores (Tupinambás *et al.*, 2007).

A avaliação da qualidade da água, utilizando o índice BMWP, permitiu classificar as águas dos locais avaliados no rio Cantu, entre a classe II e VI. Considerando todo o trecho avaliado, na área de influência da PCH Cantu 2, as águas, foram enquadradas na classe I. Vários fatores podem interferir na diversidade e abundância da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Segundo Winterbotton *et al.* (1997), a baixa captura de indivíduos influencia diretamente no índice BMWP, não indicando assim, que as águas dos locais analisados estejam poluídas, apenas que estes não



apresentam um habitat adequado para o desenvolvimento da maioria das comunidades bentônicas.

Entre os locais avaliados, a análise dos atributos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos revelou que nos locais MON, JUS e BCO, os grupos taxonômicos encontraram-se melhor distribuídos. No entanto, as variações espaciais verificadas, tanto em relação à captura de organismos, como a abundância dos grupos taxonômicos, aparentemente estão relacionadas às variações pontuais, visto 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. Quaisquer alterações desses parâmetros podem refletir diretamente na composição dos macroinvertebrados (Jonasson, 1996; Brosse et al., 2003).

De acordo com a resolução CONAMA nº 396/2008, que estabelece padrões por classe para parâmetros selecionados em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios técnicos definidos (Art. 12), e considerando como parâmetros mínimos sólidos totais dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes (

Quadro II) as águas subterrâneas podem ser enquadradas como Classe I em todos os poços (P01, P03 e P04).

Durante a coleta do mês de maio de 2020 foram registradas 33 espécies de peixes, nos cinco locais na área de influência da PCH Cantu 2, que totalizaram 805 exemplares. A presença de espécies migradoras é esperada, pois o rio Cantu está inserido na bacia do alto rio Paraná, e nesta amostragem foram capturados exemplares de *Prochilodus lineatus* (curimba) e *Megaleporinus piavussu* (piapara). Apesar de terem sido capturadas em baixo número, estas espécies ocorrem com frequência nas amostragens.

Nesta amostragem foi registrada a ocorrência de espécie exótica em dois locais, RES e JUS, trata-se de exemplares de *C. rendalli* (tilápia) espécie que foi introduzida para fim aquícola que se estabeleceu nas bacias hidrográficas brasileiras, apesar de não ser frequente sua captura, já houve registro em outras amostragens na área de influência da PCH Cantu 2.

Quadro II – Valores registrados e exigidos pela resolução CONAMA n° 396/2008, Águas Subterrâneas, para as concentrações das diferentes variáveis. (Nm = não mencionado na legislação; < ‘valor’ = inferior ao limite de quantificação do método), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu, em maio de 2020.

Variáveis	P01	P03	P04	CONAMA n° 396/2008 Consumo Humano
Alcalinidade (mg/L)	62,38	110,00	112,88	Nm
Cálcio (mg/L)	6,40	22,44	26,45	Nm
Cloretos (mg/L)	6,80	0,50	8,60	≤250,00
Coliforme Fecal ( <i>E. coli</i> ) (NMP/100 mL)	< 1	< 1	< 1	Ausente
Coliforme Total (NMP/100 mL)	< 1	< 1	10	Nm
Condutividade Elétrica (µS/cm)	1240	183,8	1286	Nm
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	< 1,00	1,09	1,61	Nm
Demanda Química de oxigênio (mg/L)	87,20	49,20	45,20	Nm
Dureza Total (mg/L)	50,00	110,00	145,00	Nm
Ferro (mg/L)	0,26	0,10	0,20	≤0,30
Fósforo Total (mg/L)	0,103	0,034	0,028	Nm
Hidróxidos (mg/L)	0,123	0,000	0,008	Nm
Magnésio (mg/L)	9,72	14,58	20,65	Nm
Manganês (Mn)	< 0,013	< 0,013	< 0,013	≤0,10
Nitrato (mg/L)	< 0,30	< 0,30	2,40	≤10,00
Ortofosfato (mg/L)	0,069	0,100	0,095	Nm
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,93	6,37	6,27	Nm
pH	8,57	7,76	7,14	Nm
Saturação (%)	90,7	70,0	74,1	Nm
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	174,00	162,50	168,50	≤1.000
Temperatura da Água (°C)	21,5	20,1	20,4	Nm
Temperatura da Ar (°C)	22,0	23,5	20,0	Nm
Turbidez (NTU)	< 0,62	< 0,62	< 0,62	Nm

A abundância de exemplares foi maior em relação às últimas amostragens realizadas na área de influência da PCH Cantu 2 no ano de 2019. Os atributos da assembleia mostraram valores inferiores aos que vinham sendo registrados para diversidade e equitabilidade das espécies de peixes. Neste período podemos destacar a grande captura de exemplares de *Astyanax lacustris*, *Acestrorhynchus lacustris* e *S. insculpta* nos locais BCO, RES e MON, indicando dominância sobre a comunidade.

As espécies cuja dieta foi identificada referem-se a indivíduos de pequeno ou médio porte. Quando considerado o número de exemplares analisados, a maior parcela refere-se a exemplares de pequeno porte, principalmente da espécie *Astyanax lacustris*, para a qual frequentemente tem sido relatada uma dieta diversificada, visto a plasticidade trófica apresentada por essa espécie.

Entre as espécies de pequeno porte, *Bryconamericus* aff. *iheringii* e *Astyanax lacustris* consumiram amplo espectro de itens alimentares, característica não verificada para *Psalidodon* aff. *fasciatus*. Para essas espécies foi perceptível a tendência a herbivoria, com predomínio de vegetais na dieta. O consumo de itens diversos sugere o generalismo trófico, característica comum à maioria das espécies de pequeno porte, enquanto que as variações temporais e espaciais na composição da dieta, aparentemente refletem o oportunismo trófico das espécies, que apresentam a capacidade de alterar a dieta, geralmente em resposta a variações na disponibilidade dos recursos alimentares, ou mesmo como forma de evitar a competição pelo recurso.

A espécie *Astyanax lacustris*, assim como em amostragens anteriores, destacou-se com relação ao número de exemplares cuja dieta foi identificada, sendo que destes a maioria foi proveniente dos locais Montante e Reservatório. Essa espécie conforme predito por Cassemiro et al. (2002) ao avaliar a variação da dieta de *A. altiparanae* antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, no rio Iguaçu, apresenta hábito alimentar altamente flexível, o que pode torna-la em uma espécie bem sucedida no reservatório.

Entre as espécies consideradas de médio porte, foram obtidas informações da dieta de *Acestrorhynchus lacustris*, *Oligosarcus paranensis*, *Serrasalmus marginatus* e *Schizodon nasutus*. Para todas constatou-se o uso de um espectro bem restrito, indicando a tendência a um hábito alimentar especialista, evidenciando o uso de presas maiores como insetos por *Oligosarcus. paranensis* e *Schizodon nasutus* e peixes para *Acestrorhynchus lacustris* e *Serrasalmus marginatus*.

A respeito da reprodução pode-se observar que a maioria dos exemplares encontravam-se em repouso, indicando final do período reprodutivo, que para a região neotropical tem maior frequência nos períodos mais quentes e chuvosos do ano. Alguns exemplares de pequeno porte capturados com auxílio de arrastos, covos e tarrafas encontravam-se imaturos. Algumas espécies apresentaram-se no fim do período reprodutivo, ou ainda que possuem desovas parceladas, por isso houve o registro de indivíduos em reprodução.

De forma geral a área de influência da PCH Cantu 2 encontra-se em boas condições ambientais, não sendo observada a dominância de espécies.

## 7. REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A.; Gomes, L. C.; Santos, N. C. L.; Ortega, J. C. G.; Pelicice, F. M. 2016. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, v. 173, n. 1, p. 26-36.
- Agostinho, A. A.; Pelicice, F. M.; Gomes, L. C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1119-1132.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M. 2007. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 501 p.
- 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. & L.C. Gomes. 1998. A remoção prévia da vegetação nos represamentos. *In*: **Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**, Maringá, no. 53, 13-15.
- Agostinho, A. A., H. F. Júlio Jr., L. C. Gomes, L. M. Bini & C. S. Agostinho. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. Pp. 179-208. *In*: Vazzoler, A. E. A. de M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (Eds). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, Eduem, 460p.
- Agostinho, A.A.; H.F. Júlio Jr. & 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** 14(supl.): 89-107.
- Almeida, V.L.S., Dantas, E.W., Melo-Júnior, M., Bittencourt-Oliveira, M.C. & Moura, A.N., 2009. Zooplanktonic community of six reservoirs in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 69, no. 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.
- APHA, A. W.W.A. WEF. 2017. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, v. 23.
- Baxter, R.M. 1977. Environmental effects of dams and impoundments. **Annual Review in Ecology and Systematics**. Palo Alto, v. 8, 255-283.
- Biasi, C.; König, R.; Mendes, V.; Tonin, A.M.; Sensolo, D.; Sobczak, J.R.S.; Cardoso, R.; Milesi, S.V.; Restello, R.M. & Hepp, L.U. 2010. **Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do alto Uruguai (RS)**. *PERSPECTIVA* 34: 67-77.
- 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. 227p.

- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2005. **Gêneros de algas continentais do Brasil (Chave para identificação e descrições)**. São Carlos. Ed. Rima. 489p.
- Bourrelly, P. 1972. **Lês Algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Les algues vertes**. Ed. N. Boubée, 570p.
- Bourscheid, Aecogeo, Sigma; Socioambiental. 2012. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Pai Querê**. Porto Alegre.
- Britski, H. A., Sato, Y.; Rosa, A. B. S. 1999. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chave de identificação para os peixes da bacia do rio São Francisco)**. ed.3. Brasília: CODEVASF, 115 p.
- 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 12: 2057-2075.
- Buckup, L., Bueno, A. A. P., Bond-Buckup, G., Casagrande, M., Majolo F.E. 2007. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. **Rev. Bras. Zool.** [serial on the Internet]. June [cited 2014 Aug 26] ; 24( 2 ): 294-30.
- Buzzi, Z. J. 2002. **Ordem Collembola**, Cap. 4. Entomologia Didática. Paraná, Editora UFPR, 343 p.
- Carlson, R. E. 1977. **A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography**. Vol. 22 (2) p. 361-369.
- Casemiro, F. A. S.; Hahn, N. S. & Fugii, R. 2002. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, 24 (2): 419-425.
- Cetesb – Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. 2003. **Relatórios de Qualidade de águas interiores do estado de São Paulo**. CETESB, São Paulo. 271p. Série relatórios.
- Costa, C.; Ide, S. & Simonka, C.E. 2006. Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação. Ribeirão Preto. Holo. 249 pp. Eckhardt, R. R., Diedrich, V. L., Ferreira, E. R., Strohschoen, E., & Demaman, L. C. 2008. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v, 4(1).
- Dias, S. L. P., Vaghetti, J. C. P., Lima, É. C., de Lima Brasil, J., & Pavan, F. A. 2016. **Química Analítica: Teoria e Prática Essenciais**. Bookman Editora.
- Elmoor-Loureiro, L. M. A. 2020. **Cladóceros do Brasil: Famílias Chydoridae e Eurycercidae**, 2018. Disponível em: <<http://cladocera.wordpress.com/>>. Acesso em: 14/02/2020.
- Elmoor-Loureiro, L. M. A. 1997. **Manual de identificação de Cladocera límnicos do Brasil**. Brasília, Editora Universa. 156p.
- Esteves, F. A. 2011. **Fundamentos de limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- Goulart, M. & Callisto, M. 2003. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, 2:153-164.



- 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.; 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.
- Hahn, N.S.; Fugi, R.; Almeida, V.L.L. de; 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.
- Hepp, L. U., Restello, R. M. 2007. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. Zakrzewski, S.B. **Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares**. Erechim, Edifapes, p. 75-86.
- IAP – Instituto Ambiental do Paraná. 2004. **Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do estado do Paraná: no período de 1999 a 2004**. Curitiba. 74p.
- Jonasson, P.M. 1996. **Limits for life in the lake ecosystem**. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, vol. 26, p. 1-33.
- King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. **Fishing News Books. Blackwell Science Ltd**. Oxford, p. 107-117.
- Koste, W. 1978. **Rotatoria Die Radertiere Mitteleuropas begründet von Max Voigt – Monogononta**. 2. Auflage neubearbeitet von Walter Koste. Berlin: Gebrüder Borntraeger. v.1.
- Krebs, C.J. 1999. **Ecological methodology**. 2. ed. New York: Benjamin/Cummings.
- Lamparelli, M.C. 2004. **Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento**. 238 p. Tese de Doutorado - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 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.
- 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**, vol. 69, no. 2, p. 539-549.
- Lima, A.F.; Lansac-Tôha, 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 Jr., M. 1997. Comunidade zooplanctônica 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.
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. EDUSP, São Paulo. 534 pp.

- Lucena, L.C.A., Melo, T.X. & Medeiros, E.S.F., 2015. Zooplankton community of Parnaíba River, Northeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 27, no. 1, p. 118-129.
- Magurran, A.E. 1988 **Ecological diversity and its measurement**. Croom Helm, London. 179 p.
- Maia-Barbosa, P.M.; Menendez, R.M.; Pujoni, D.; Brito, S.L.; Aoki, A. & Barbosa, F.A.R. **Zooplankton (Copepoda, Rotifera, Cladocera and Protozoa: Amoeba Testacea) from natural lakes of the middle Rio Doce basin, Minas Gerais, Brazil. Biota Neotropica**, v. 14, n. 1, p. 1-20, 2014.
- Matsumura-Tundisi, T.; Tundisi, J.G.; Souza-Soares, F. & Tundisi, J.E.M. Zooplankton community structure of the lower Xingu River (PA) related to the hydrological cycle. **Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia**, v. 75, n. 3, p. S47-S54, 2015. Supplement 1
- Matsumura-Tundisi, T.; Leitão, S. N.; Agüena, L. S. & Miyahara, J. 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 4, p. 923-935.
- Matsumura-Tundisi & T., Tundisi, J. 1986. Preliminary studies in a lacustrine environment. In: Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. **Oecology**. Berlim, no. 25, p. 265-270.
- McCafferty, W. P. 1981. **Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives**. London: Jones and Bartlett.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 2006. **Multivariate analysis of ecological data**, version 5.31, MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon.
- Mugnai, R., Nessimian, J. L. & Baptista, D. F. 2010. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Julho: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos**. Rio de Julho: Techinal Books. 176 p.
- Ota, R.R., Deprá, G.D.C., Graça, W.J.D., & Pavanelli, C.S. 2018. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, 16(2).
- 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**, vol. 73, no. 1, p. 125-134.
- Pérez, G. A. R. 1988. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá: Fondo Fen Colômbia, Colciencias/Universidad de Antioquia.
- Picapedra, P. H. S.; Fernandes, C.; Taborda, J.; Baumgartner, G & Sanches, P.V. 2020. A long-term study on zooplankton in two contrasting cascade reservoirs (Iguaçu River, Brazil): effects of inter-annual, seasonal, and environmental factors. **PeerJ**.
- Picapedra, P. H. S.; Fernandes, C.; Baumgartner, G. & Lansac-Tôha, F. A. 2018. Effect of slackwater areas on the establishment of plankton communities (testate amoebae and rotifers) in a large river in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Limnetica**, v. 37, n. 1, p. 19-31.

- Picapedra, P. H. S.; Fernandes, C. & Lansac-Tôha, F. A. 2017. Zooplankton community in the Upper Parnaíba River (Northeastern Region, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 77, n. 2, p. 402-412.
- Reid, J. 1985. **Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da ordem Cuclopoida (Crustacea, Copepoda)**. Bolm Zool., Univ. de São Paulo p. 17-143.
- Reis, R. E.; Kullander, S. O. E Ferraris, C. J. 2003. **Check list of the freshwater fishes of south and central América**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742 p.
- Rosa, R.S.; Menezes, N.A.; Britski, H.A.; Costa, W.J.E.M. & Groth, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: Leal, IR., Silva, JMC. & Tabarelli, M. (Eds). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Edufpe, p. 135-181, 2003.
- Schaden, R. **Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas**, 10: Rotifera. São Paulo: Sociedade Brasileira de Zoologia. p. 17, 1985.
- Schwind, L.T.F., Arriera, 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. 2007. A global checklist of the rotifers (Phylum Rotifera). **Zootaxa**, v. 1564, p. 1–104.
- Segers, H., & Dumont, H. J. (1995). 102+ rotifer species (Rotifera: Monogononta) in Broa reservoir (SP., Brazil) on 26 August 1994, with the description of three new species. **Hydrobiologia**, 316(3), 183-197.
- Sendacz, S. & Kubo, E., 1982, Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. **B. Inst. Pesca**, 9: 51-89.
- Shibatta, O.A.; M.L. Orsi; S.T. Bennemann & Silva-Souza, A.T. 2002. Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. pp. 403-423. In: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibatta, O.A. & Pimenta, J.A (eds.), **A bacia do Rio Tibagi**. EDUEL, Londrina.
- Silva, W. M. **Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustácea) de água doce do estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética**. 2003. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Ufscar, São Paulo, SP, p. 154, 2003.
- Soma & Cantu Energética S.A. 2012. **Solicitação de autorização para captura, coleta e transporte de animais silvestres para o programa de monitoramento da ictiofauna**.
- Souza, M. B. G. 2008. **Guia das tecamebas – Bacia do rio Peruaçu - Minas Gerais: Subsídio para conservação e monitoramento da bacia do rio São Francisco**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, p. 159.
- StatSoft, Inc. 2005. STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- Suderhsa – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos hídricos e Saneamento Ambiental. 1997. **Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná 1987-1995**. Curitiba.
- 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.
- Thomaz, S.M.; M.C. Roberto & 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.
- Tozzo, R.A.; Frota, A.; Ota, R.R. & Souza, F. 2017. Influência longitudinal de barramentos na estrutura ictiofaunística em riacho de pequena ordem. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 4, p. 1-5.
- Trivinho-Strixino, S. & Sonada, K. C. 2006. A new Tanytarsus species (Insecta, Diptera, Chironomidae) from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica** 6(2):1-9.
- Tundisi, J. G.; Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. 1999. **Águas Doces no Brasil - capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, SP. Escrituras.
- Tupinambás, M.; Heilbron, M.; Duarte, B.D.; Nogueira, J.R.; Valladares, C.; Almeida, J.; Eirado Silva, L.G.; Medeiros, S.R.; Almeida, C.G.; Miranda, A.; Ragatky, C.D.; Mendes, J. & Ludka, I. 2007. **Geologia da Faixa Ribeira Setentrional**: Estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí. *Geonomos* 15(1): 67-79.
- Vazzoler, A.E.A. de M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM/SBI/CNPq/Nupelia. 169p.
- Wetzel, R.G. 2001. **Limnology- 3th edition**. Philadelphia: W.B. Saunders. 743 p.
- Winterbotton, J.H.; Orton S.E.; Hildrew G. & Lancaster J. 1997. **Field experiments on flow refugia in streams**. *Freshwater Ecology*, Holmen, v. 37, p. 569-580.

Toledo-PR, 10 de julho de 2020.

Gilmar Baumgartner  
CRBio 17466-07D  
Responsável Técnico

# ANEXOS



Quadro III – Valores registrados e exigidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 para as concentrações das diferentes variáveis (Nm = não mencionado na legislação; ND = não detectado na análise), na área de influência da PCH Cantu 2, rio Cantu durante o monitoramento.

VARIÁVEIS	UN.	out/13				jan/14				abr/14				jul/14				out/14				CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	
Alcalinidade	mg/L	24,42	29,94	20,92	23,56	21,19	20,14	19,79	21,19	23,49	22,93	28,34	23,82	15,74	17,66	20,11	19,03	13,72	15,31	15,51	18,30	Nm
Amônia	mg/L	0,19	0,19	0,24	0,22	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,59	0,78	0,72	0,6	0,03	0,02	0,03	0,03	<3,70
Cádmio	mg/L	ND	ND	ND	ND	6,97	6,11	6,35	6,75	0,02	0,02	0,02	0,03	ND	ND	ND	ND	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,001
Cálcio	mg/L	3,09	4,81	6,05	3,41	ND	ND	ND	ND	6,37	6,25	6,89	7,74	4,35	4,51	9,5	3,33	5,39	5,09	5,37	5,39	Nm
Chumbo	mg/L	ND	ND	ND	ND	1,05	0,9	0,65	0,8	0,08	0,06	0,01	0,02	ND	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloretos	mg/L	0,8	1,1	1,45	1,1	0	0	0	0,55	0,7	0,65	0,8	0,7	4,3	1,6	5,13	1,6	0,30	0,65	0,88	0,85	<250
Clorofila-a	µg/L	0,55	0,55	0	1,09	ND	ND	ND	ND	1,09	0	1,64	0	0	0	0	1,09	0,00	0,55	0,55	0,00	10
Cobre	mg/L	<b>0,25</b>	<b>0,32</b>	<b>0,2</b>	<b>0,06</b>	122	435	253	122	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	ND	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,009
Coliformes fecais	NMP/100mL	269	368	211	481	<b>10.112</b>	<b>10.112</b>	<b>8.704</b>	<b>9.139</b>	100	365	140	110	120	110	120	75	512	121	209	216	<1000
Coliformes totais	NMP/100mL	636	527	1024	820	58,2	58,3	59,6	58,2	9804	1782	8164	9208	1.374	1.664	2.142	1.918	959	2037	1580	1390	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	46	47	45,9	43,6	ND	ND	ND	ND	53	50,8	46,3	47,3	31,3	31	34,8	35,6	37,90	42,20	41,70	43,70	Nm
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	ND	<b>0,75</b>	<b>3,62</b>	<b>0,51</b>	<b>0,52</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
DBO	mg/L	2,49	0,3	0,55	<b>6,65</b>	<b>14,45</b>	<b>20,83</b>	<b>19,55</b>	<b>30,18</b>	2,15	2,05	2,75	2,51	2,08	2,14	1,61	0,65	1,38	1,00	2,66	1,10	<5,0
DQO	mg/L	8,08	14,45	6,8	11,9	41,95	34,9	35,1	35,6	14,88	14,88	12,33	9,78	10,63	4,25	2,55	1,7	19,55	2,55	7,23	7,23	Nm
Dureza	mg/L	37,4	28,5	30,5	31,6	ND	ND	ND	ND	29,1	43	53,8	48	29,3	36,95	33,05	35,9	27,55	26,45	26,35	31,60	Nm
Fenóis	mg/L	<b>0,029</b>	ND	ND	ND	<b>0,026</b>	<b>0,02</b>	<b>0,017</b>	<b>0,021</b>	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	ND	ND	ND	ND	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fósforo	mg/L	0,008	0,01	0,011	0,007	<b>5,97</b>	<b>4,78</b>	<b>4,68</b>	<b>4,56</b>	0,05	0,03	0,02	0,02	0,009	0,007	0,015	0,008	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,05
Magnésio	mg/L	7,22	4,01	3,75	5,62	0,096	0,09	0,109	0,115	3,21	6,66	8,9	6,98	4,49	6,25	2,27	6,71	3,43	3,34	3,15	4,41	Nm
Nitrato	mg/L	0,096	0,109	0,084	0,078	0,0239	0,0088	0,0069	0,0088	0,71	0,62	0,74	0,77	0,23	0,23	0,24	0,35	0,30	0,37	0,32	0,31	<10
Nitrito	mg/L	0,005	0,009	0,094	0,008	0,038	0,31	0,28	0,28	0,03	0,02	0,03	0,02	0,002	0,004	0,003	0,003	0,01	0,01	0,01	0,01	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	0,08	2,32	0,08	0,36	0,7	0,18	0,11	0,11	0,53	0,42	0,59	0,5	0,39	0,42	0,72	0,6	0,42	0,15	0,07	0,52	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	13	<10	<10	<10	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	ausentes





VARIÁVEIS	UN.	out/13				jan/14				abr/14				jul/14				out/14				CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	
Organoclorados	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Nm
Organofosforados	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Nm
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,97	7,8	9,65	8,96	8,45	6,57	7,65	7,34	8,18	8,54	7,14	7,06	7,82	8,3	9,46	9,12	7,68	8,05	7,91	8,20	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	76,8	80,1	99,8	92,3	101,3	81,2	95,2	92,1	89,8	94,1	80,1	80,3	80,4	85,1	97	93,3	83,70	89,90	89,50	89,90	Nm
pH	un	6,29	6,22	6,19	6,41	8,03	6,8	6,51	7,18	6,88	6,29	6,67	6,43	7,0	6,97	7,55	7,47	6,35	6,27	6,20	6,40	6,0-9,0
Sílica Solúvel	mg/L	19,3	19	19,3	18,9	21,1	19,9	20,3	21,3	23,6	23,9	23,9	23,4	16,3	16,9	16,7	17,7	16,40	14,00	19,70	17,70	Nm
Sólidos totais	mg/L	64	39	48	38	45	38	43	46	137	62	57	92	143	176	168	147	94,00	108,00	52,00	93,00	Nm
Sólidos Dissolvidos	mg/L	63,4	37,5	47,7	36,6	37,5	32,3	38	40,9	106,4	52,6	17	65,2	142,6	174,5	166,6	146,6	92,30	106,30	49,00	86,60	<500
Sólidos Suspensos	mg/L	0,6	1,5	0,3	1,4	7,5	5,7	5	5,1	30,6	9,4	40	26,8	0,4	1,5	1,4	0,4	1,70	1,70	3,00	6,40	Nm
Sulfatos	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	0,2	0,2	0,2	0,20	0,20	0,20	0,20	<250
Temp. da água	°C	19,9	21,7	22,4	22,3	24,6	26,6	26,7	26,4	20,2	20,2	21	21,3	16,9	16,7	16,9	16,8	19,80	20,80	21,80	20,00	Nm
Temp. do ar	°C	19	18	26	25	27	28	26	25	22	19	27	27	14	20	15	14	18	20	30	19	Nm
Transparência	m	1,6	1,45	1,7	1,7	0,65	0,35	0,5	0,55	0,15	0,25	0,25	0,25	1	1,1	1,3	1,2	0,60	0,65	0,65	0,65	Nm
Turbidez	NTU	5,67	9,08	4,5	5,83	35,9	20,2	29,2	30,4	66	28,7	71,5	56,6	12,2	15,2	10,9	12,1	24,10	19,10	17,50	22,40	<100
Fitoplâncton	cél/L	294,17	318,3	186,7	95	290	411,67	323,75	161,67	68,75	83,75	109,2	80,83	528,8	306,7	123,8	81,25	100,42	192,50	180,83	260,00	Nm
Cianobactérias	cél/L	29,17	2,83	7,5	12,5	31,67	163,33	36,67	14,17	5	5	8,75	3,33	20,83	20,83	18,75	0	12,50	10,00	17,50	60,00	<50000
Zooplâncton	Ind/m <sup>3</sup>	962,5	579,2	641,7	1508	1500	500	508,3	295,8	220,8	350	83,3	254,2	91,7	254,2	233,3	116,7	94,40	38,90	58,30	155,60	Nm
Bentos	indivíduos	364	1107	825	3294	34	181	1084	1640	22	22	15	133	137	133	237	1398	49	92	156	618	Nm
BMWP	pontos	76	118	97	132	12	100	70	80	60	46	25	60	69	79	90	100	46	68	80	63	Nm
IQA	pontos	71,77	71,4	77,12	69,64	77,7	73,23	76,54	78,43	46,17	18,94	42,77	16,92	79,89	79,75	81,5	83,89	14,92	54,48	54,59	16,62	Nm
IET	pontos	30,28	51,99	42,43	32,98	18,48	44,31	43,9	36,97	75,74	74,65	71,99	73,86	10,92	40,93	43,43	33,75	71,84	76,38	74,86	74,41	Nm

Continua....

Continuação

VARIÁVEIS	UN.	jan/15				abr/15				jan/16						abr/16						CONAM A 357 CLASSE 2	
		MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS		BCO
Alcalinidade	mg/L	3,40	0,71	4,50	4,58	3,4	0,71	4,5	4,58	25,35	31,11	31,56	44,93	41,91	30,54	64,10	18,23	56,90	43,08	81,35	56,10	94,85	Nm
Amônia	mg/L	0,01	0,02	0,01	0,01	0,012	0,016	0,013	0,01	0,23	0,23	0,15	0,16	6,51	0,16	0,46	0,99	0,61	0,71	0,66	0,14	0,16	<3,70
Cádmio	mg/L	<0,00 <sub>1</sub>	<0,001	<0,00 <sub>1</sub>	<0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	<0,001
Cálcio	mg/L	5,61	7,15	5,93	7,13	5,61	7,15	5,93	7,13	7,82	7,43	12,97	13,23	13,01	8,86	5,61	5,81	7,01	9,02	7,82	6,01	5,01	Nm
Chumbo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	<0,01
Cloretos	mg/L	0,95	0,95	0,925	0,95	0,95	0,95	0,93	0,95	0,35	0,67	0,78	0,75	0,38	0,38	0,53	0,83	0,15	0,53	0,50	0,55	0,83	<250
Clorofila-a	µg/L	1,09	1,09	1,09	0,00	1,09	1,09	1,09	0	0,00	0,00	4,91	6,01	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
Cobre	mg/L	<0,00 <sub>9</sub>	0,009	<0,00 <sub>9</sub>	<0,009	ND	0,009	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	<0,009
Coliformes fecais	NMP/100m L	<b>1674</b>	<b>4611</b>	<b>2035</b>	<b>1414</b>	311	109	199	135	52	10	-	-	31	41	<b>1467</b>	480	-	-	31	<b>1296</b>	598	<1000
Coliformes totais	NMP/100m L	24196	24196	10112	24196	24196	6488	3783	6488	5247	379	-	-	1664	8664	19863	4160	-	-	4569	9606	17329	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	48,9	50,4	51,4	55,5	48,9	50,4	51,4	55,5	46,70	45,20	58,00	70,20	68,30	34,10	46,10	52,90	47,80	45,60	48,30	43,70	60,70	Nm
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,05
DBO	mg/L	1,00	1,33	0,33	0,72	1	1,33	0,33	0,72	1,30	2,89	2,47	2,65	1,63	2,06	1,27	3,02	2,93	1,65	3,17	1,51	2,37	<5,0
DQO	mg/L	11,05	7,225	7,225	1,275	11,05	7,23	7,23	1,28	30,60	5,95	29,75	31,45	25,93	26,78	4,68	3,40	3,40	1,70	17,00	3,40	31,03	Nm
Dureza	mg/L	28,65	27,5	30,15	29,9	28,65	27,5	30,15	29,9	49,55	48,35	49,70	48,90	54,80	35,90	51,50	50,45	40,00	70,50	46,00	71,50	49,00	Nm
Fenóis	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,003
Fósforo	mg/L	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,017	0,016	0,020	0,017	0,008	0,015	<b>0,096</b>	0,029	0,012	0,013	0,017	0,023	0,043	<0,05
Magnésio	mg/L	3,56	2,35	3,73	2,94	3,56	2,35	3,73	2,94	7,31	7,25	4,22	3,87	5,44	3,36	9,12	8,74	5,47	11,67	6,44	13,74	8,88	Nm
Nitrato	mg/L	0,36	0,32	0,30	0,35	0,36	0,32	0,3	0,35	0,33	0,51	0,42	0,41	0,42	0,31	0,51	0,47	0,20	0,11	0,37	0,43	1,00	<10



VARIÁVEIS	UN.	jan/15				abr/15				jan/16						abr/16						CONAM A 357 CLASSE 2	
		MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS		BCO
Nitrito	mg/L	0,02	0,04	0,03	0,03	0,025	0,036	0,028	0,03	0,0067	0,0052	0,0064	0,0073	0,0124	0,0060	0,0271	0,0135	0,0039	0,0052	0,0105	0,0112	0,0123	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	1,05	0,87	0,99	2,63	1,05	0,87	0,99	2,63	0,45	0,01	0,18	0,50	0,53	0,41	0,36	0,42	0,29	0,22	0,43	0,32	0,46	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	<10	<10	<10	<10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0158	0,0114	0,017	0,0166	0,0116	0,0144	0,0126	ausentes
Organoclorados	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-	-	Nm
Organofosforados	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-	-	Nm
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,4	7,72	7,2	6,21	6,4	7,72	7,2	6,21	7,70	7,19	2,26	0,34	6,90	7,55	6,76	4,91	0,44	2,56	8,10	7,88	7,82	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	79,3	93,9	87,7	77,4	79,3	93,9	87,7	77,4	99,4	103,5	48,0	22,0	79,8	93,0	74,1	55,6	4,8	29,5	93,1	91,1	80,1	Nm
pH	un	5,94	5,59	5,85	5,23	5,94	5,59	5,85	5,23	7,17	7,36	5,50	6,75	6,58	6,59	6,59	6,05	6,37	6,36	6,51	6,45	6,64	6,0-9,0
Sílica Solúvel	mg/L	21,4	19,8	21,4	21,6	21,4	19,8	21,4	21,6	19,8	18,7	-	-	23,4	19,5	7,585	6,858	7,98	7,35	7,455	6,888	8,548	Nm
Sólidos totais	mg/L	130	144	159	116	130	144	159	116	62,00	109,00	80,00	100,00	79,00	65,00	103,00	83,00	98,00	71,00	89,00	80,00	91,00	Nm
Sólidos Dissolvidos	mg/L	101,6	117,5	134,8	92,4	57,9	74,1	66,3	55,8	61,00	108,10	78,80	98,30	78,70	62,50	102,60	81,10	97,80	70,50	88,50	79,80	81,20	<500
Sólidos suspensos	mg/L	28,4	26,5	24,2	23,6	28,4	26,5	24,2	23,6	1,00	0,90	1,20	1,70	0,30	2,50	0,40	1,90	0,20	0,50	0,50	0,20	9,80	Nm
Sulfatos	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,00	ND	ND	ND	1,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	<250
Temp. da água	°C	26,6	25,3	25,7	27,2	26,6	25,3	25,7	27,2	27,3	27,2	24,0	22,8	22,4	26,1	20,3	23,5	21,5	21,3	22,3	22,9	16,7	Nm
Temp. do ar	°C	33	28	29	30	33	28	29	30	32,0	26,0	26,0	26,0	17,0	17,0	16,0	22,0	22,0	22,0	20,0	21,0	13,0	Nm
Transparência	m	0,55	0,35	0,6	0,3	0,55	0,35	0,6	0,3	1,50	1,25	-	-	1,50	1,15	0,20	0,85	-	-	1,00	0,40	0,30	Nm
Turbidez	NTU	93,8	99,2	69,7	92,1	93,8	99,2	69,7	92,1	2,99	6,80	7,60	8,36	3,01	14,10	48,30	7,45	21,50	11,70	14,60	22,60	46,40	<100
Fitoplâncton	cél/L	692,08	822,08	647,92	258,75	458,75	465	1077,08	195,83	247,13	1314,58	-	-	2508,41	228,52	4447,41	157,72	-	-	602,05	1586,85	253,84	Nm
Cianobactérias	cél/L	145,83	154,17	125,00	41,67	92,5	121,67	237,5	25	139,23	376,18	-	-	2487,7	23,4	319,23	40,29	-	-	ND	307,65	105,46	<50000
Zooplâncton	Ind/m³	508,30	1420,80	620,80	1137,50	629,2	662,5	716,7	533,3	141,7	63062,5	-	-	516,7	262,5	1904,2	164638,9	-	-	26416,7	3920,8	970,8	Nm
Bentos	indivíduos	140	183	161	2164	2524	124	484	3680	432	1070	-	-	133	60	29	318	-	-	575	6866	91	Nm
BMWP	pontos	102	72	86	133	180	53	69	162	149	73	-	-	58	80	20	51	-	-	86	168	89	Nm



VARIÁVEIS	UN.	jan/15				abr/15				jan/16						abr/16						CONAM A 357 CLASSE 2	
		MON	RES	TVR	JUS	MON	RES	TVR	JUS	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS		BCO
IQA	pontos	58,46	54,41	53,70	60,08	72,12	69,49	67,81	76,45	86,17	86,44	-	-	84,54	83,20	65,54	66,24	-	-	82,05	70,96	71,17	Nm
IET	pontos	36,73	56,88	55,82	17,74	33,09	37,57	33,11	33,09	37,55	67,50	-	-	43,74	37,66	36,05	62,70	-	-	37,53	37,28	36,74	Nm



VARIÁVEIS	UN.	jul/16							out/16							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Alcalinidade	mg/L	18,44	20,66	19,11	21,28	24,99	19,19	33,37	24,94	24,40	45,09	26,45	29,65	23,30	50,80	Nm
Amônia	mg/L	0,83	3,36	0,25	1,21	0,26	0,38	0,63	0,02	0,16	0,12	0,13	0,30	0,15	0,42	<3,70
Cádmio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,001
Cálcio	mg/L	3,65	6,01	5,89	6,11	5,55	4,47	8,60	8,16	4,01	6,57	6,89	7,41	5,85	10,20	Nm
Chumbo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01
Cloretos	mg/L	0,25	0,73	0,40	0,40	0,80	0,33	0,38	0,30	0,23	0,28	0,40	0,35	0,10	0,28	<250
Clorofila-a	µg/L	0,00	1,09	0,55	4,91	2,18	4,37	0,55	0,00	0,00	0,00	0,55	1,64	0,55	0,00	10
Cobre	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,009
Coliformes fecais	NMP/100mL	332,00	281,00	-	-	63,00	52,00	31,00	ND	ND	-	-	31,00	10,00	20,00	<1000
Coliformes totais	NMP/100mL	9208,00	1334,00	-	-	1722,00	2909,00	2481,00	13340,00	10,00	-	-	14010,00	631,00	10810,00	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	39,20	44,00	51,10	54,70	52,30	45,90	62,90	60,30	50,70	53,10	54,50	59,70	49,30	83,40	Nm
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,05
DBO	mg/L	1,69	2,65	1,00	0,73	0,51	1,31	1,67	4,41	4,54	4,20	5,04	5,16	3,21	4,37	<5,0
DQO	mg/L	3,40	3,83	2,55	7,23	6,80	3,40	14,88	5,10	5,95	5,95	6,80	10,20	8,50	8,93	Nm
Dureza	mg/L	28,40	36,20	32,55	39,90	41,50	32,20	49,15	49,50	48,45	47,15	52,20	48,25	50,50	52,45	Nm
Fenóis	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,003
Fósforo	mg/L	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	<0,05
Magnésio	mg/L	4,69	5,16	4,34	5,99	6,72	5,12	6,74	7,09	9,35	7,48	8,51	7,24	8,73	6,57	Nm
Nitrato	mg/L	0,29	0,15	0,33	0,24	0,28	0,18	0,12	0,36	0,45	0,71	0,52	0,72	0,47	0,35	<10
Nitrito	mg/L	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	1,82	1,89	1,83	1,78	2,44	1,44	2,97	1,81	2,04	0,67	1,23	2,11	1,88	2,09	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	ausentes
Oxigênio dissolvido	mg/L	9,55	9,05	6,30	8,21	9,60	8,53	9,25	8,94	7,39	6,25	2,04	8,38	7,18	7,40	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	98,90	103,20	68,00	87,20	98,80	88,80	97,00	102,20	89,00	64,30	19,90	83,00	80,00	79,40	Nm



VARIÁVEIS	UN.	jul/16							out/16							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
pH	un	7,26	6,77	7,16	6,28	6,89	6,87	7,17	6,53	6,72	6,63	6,78	6,49	6,65	6,55	6,0-9,0
Sílica Solúvel	mg/L	7,40	7,99	8,57	7,80	7,88	9,34	9,03	8,87	7,80	8,97	9,52	10,21	8,62	9,96	Nm
Sólidos totais	mg/L	36,00	58,00	33,00	59,00	48,00	59,00	28,00	36,00	18,00	79,00	81,00	56,00	47,00	83,00	Nm
Sólidos Dissolvidos	mg/L	33,80	56,70	30,00	58,00	43,70	57,10	26,70	35,40	17,10	78,50	80,70	55,50	46,70	82,10	<500
Sólidos suspensos	mg/L	2,20	1,30	3,00	1,00	4,30	1,90	1,30	0,60	0,90	0,50	0,30	0,50	0,30	0,90	Nm
Sulfatos	mg/L	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	14,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<250
Temp. da água	°C	17,20	18,80	16,70	17,50	17,00	17,40	17,90	21,80	22,30	17,30	15,40	15,80	22,10	19,40	Nm
Temp. do ar	°C	14,00	22,00	22,00	22,00	16,00	16,00	22,00	27,00	23,00	23,00	23,00	18,00	22,00	15,00	Nm
Transparência	m	0,65	1,05	-	-	1,70	1,60	1,70	1,95	2,15	-	-	1,60	3,10	3,06	Nm
Turbidez	NTU	15,10	11,80	16,20	17,30	11,50	11,60	10,80	0,04	1,54	4,73	9,49	4,74	2,86	3,75	<100
Fitoplâncton	cél/L	298,81	45,49	-	-	683,41	85,64	180,94	533,33	620,00	-	-	1023,33	1703,33	193,33	Nm
Cianobactérias	cél/L	25,45	28,43	-	-	217,37	2,14	3,77	55,00	ND	-	-	ND	ND	1,67	<50000
Zooplâncton	Ind/m <sup>3</sup>	1204,20	6583,30	-	-	3479,20	929,20	16972,20	1087,50	81479,20	-	-	4666,70	4631,90	245,80	Nm
Bentos	indivíduos	78	628	-	-	104	632	408	269	570	-	-	5086	1653	8941	Nm
BMWP	pontos	19	64	-	-	67	71	40	92	31	-	-	51	98	118	Nm
IQA	pontos	37,83	57,20	-	-	46,21	52,74	33,27	37,83	57,20	-	-	46,21	52,74	33,27	Nm
IET	pontos	78,70	77,51	-	-	83,11	84,10	85,52	88,00	87,00	-	-	81,00	83,00	80,00	Nm

### Continuação

VARIÁVEIS	UN.	jan/17							abr/17							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	BAR	BCO	
Alcalinidade	mg/L	36,34	38,50	41,36	66,50	37,68	38,90	46,46	33,29	35,27	43,55	66,2	36,11	33,64	42,66	Nm





VARIÁVEIS	UN.	jan/17							abr/17							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	BAR	BCO	
Amônia	mg/L	0,05	0,04	0,10	0,09	0,13	0,03	0,02	0,05	0,01	0,7	0,71	0,13	0,07	0,07	<3,70
Cádmio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,001
Cálcio	mg/L	9,24	8,94	10,22	9,58	7,56	5,43	9,22	7,43	6,15	8,12	10,82	7,62	7,15	10,58	Nm
Chumbo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,002	ND	<0,01
Cloretos	mg/L	0,65	0,63	0,65	1,03	0,68	0,65	0,85	0,9	0,9	0,58	0,78	0,7	0,95	1,1	<250
Clorofila-a	µg/L	1,64	0,00	0,55	0,00	0,55	0,00	0,55	0,55	2,73	0	0	2,18	4,91	2,18	10
Cobre	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,009
Coliformes fecais	NMP/100mL	457,00	185,00	-	-	41,00	20,00	75,00	61	10	-	-	52	10	74	<1000
Coliformes totais	NMP/100mL	6131,00	1201,00	-	-	228,00	193,00	1334,00	17329	4083	-	-	12033	6488	24196	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	56,00	59,70	56,80	73,90	55,60	56,50	71,80	49,4	49	63,4	94,7	53,6	49,8	73,7	Nm
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,05
DBO	mg/L	4,55	2,02	5,64	5,34	4,67	5,27	4,01	1,52	1,52	2,8	3,29	1,74	1,85	2,75	<5,0
DQO	mg/L	10,20	5,53	5,10	11,48	5,10	5,53	4,25	16,15	12,75	12,33	13,18	6,38	4,68	11,48	Nm
Dureza	mg/L	40,95	39,85	44,70	47,05	39,25	40,25	41,30	67,8	41,15	45,2	49,7	47,8	37,35	53,8	Nm
Fenóis	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,003
Fósforo	mg/L	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,006	0,007	0,006	0,004	0,007	0,006	0,007	<0,05
Magnésio	mg/L	4,35	4,27	4,67	5,63	4,96	6,49	4,45	11,98	6,27	6,07	5,52	7	4,74	6,66	Nm
Nitrato	mg/L	0,30	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,7	1	2,2	1,7	1	1,2	0,5	<10
Nitrito	mg/L	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	0,002	0,004	0,007	0,003	0,002	0,005	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	0,50	1,41	0,36	1,40	0,94	0,92	1,01	1,04	2,27	0,36	0,41	0,55	0,46	0,7	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ausentes
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,81	7,17	5,84	1,26	8,38	8,23	6,78	7,67	5,32	0,13	0,11	7,46	6,83	6,85	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	79,80	93,70	70,80	13,70	100,90	97,30	80,40	90,3	65,2	1,8	1,2	78,6	81,8	80,5	Nm
pH	un	6,77	7,00	7,00	6,84	6,39	6,54	6,66	6,57	6,84	6,84	6,74	6,83	7,23	6,99	6,0-9,0



VARIÁVEIS	UN.	jan/17							abr/17							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	BAR	BCO	
Sílica Solúvel	mg/L	4,99	5,19	5,05	4,96	5,03	5,14	5,53	31,5	33,45	36,78	38,95	38,38	33,79	37,1	Nm
Sólidos totais	mg/L	126,00	99,00	108,00	96,00	119,00	101,00	121,00	45	65	66	76	75	23	79	Nm
Sólidos Dissolvidos	mg/L	117,30	95,10	106,30	92,30	115,80	93,90	118,40	42,8	64	64,1	72,4	73,5	22,3	78,4	<500
Sólidos suspensos	mg/L	8,70	3,90	1,70	3,70	3,20	7,10	2,60	2,2	1	1,9	3,6	1,5	0,7	0,6	Nm
Sulfatos	mg/L	3,00	2,00	4,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	1	1	1	<250
Temp. da água	°C	23,40	26,40	22,40	20,10	24,60	23,70	23,20	23,4	25,2	22,5	19,2	24,3	24,54	24,3	Nm
Temp. do ar	°C	25,00	31,00	31,00	31,00	22,00	22,00	31,00	22	28	-	-	30	24	24,5	Nm
Transparência	m	0,35	0,80	0,80	0,80	0,45	0,45	0,55	2,2	2,65	-	-	1	2	1,95	Nm
Turbidez	NTU	43,40	21,40	54,30	18,90	34,70	23,60	31,60	9,65	6,18	14,9	20,8	12	7,94	8,21	<100
Fitoplâncton	cél/L	155,45	122,72	-	-	204,53	188,17	155,45	37	339	-	-	130	108	71	Nm
Cianobactérias	cél/L	ND	408,00	-	-	655,00	560,00	ND	-	151	-	-	145	60	30	<50000
Zooplâncton	Ind/m <sup>3</sup>	383,30	11016,70	-	-	1600,00	1337,50	287,50	1.804,2	36.680,6	-	-	26.069,4	2.366,7	1.837,5	Nm
Bentos	indivíduos	77	50	-	-	21	29	506	47	176	-	-	460	1523	159	Nm
BMWP	pontos	55	35	-	-	25	49	152	83	37	-	-	54	103	105	Nm
IQA	pontos	67,45	75,35	-	-	73,10	77,03	72,94	80	82	-	-	81	86	79	Nm
IQAReservatório	-	-	2,07	-	-	-	-	-	-	2,43	-	-	-	-	-	Nm
IET	pontos	43,35	58,64	-	-	33,14	37,95	32,98	44,81	50,92	-	-	49,96	52,8	49,96	Nm

Continuação

VARIÁVEIS	UN.	out/17							abr/18							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Alcalinidade	mg/L	36,40	28,42	20,74	26,32	27,99	22,48	40,60	20,02	26,12	27,55	23,69	24,58	33,53	27,07	Nm



VARIÁVEIS	UN.	out/17							abr/18							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Amônia	mg/L	0,02	0,03	0,01	0,09	0,01	0,08	0,01	0,01	0,02	0,03	0,06	0,08	0,02	0,03	<3,70
Cádmio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,001
Cálcio	mg/L	4,53	3,49	3,17	2,89	3,45	2,57	4,89	6,33	7,70	9,70	6,01	6,89	9,54	7,29	Nm
Chumbo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01
Cloretos	mg/L	0,55	0,95	0,65	0,65	0,50	0,40	0,75	7,30	3,70	7,00	7,40	1,65	2,30	1,60	<250
Clorofila-a	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,56	<0,56	<0,56	0,96	<0,56	<0,56	0,96	10
Cobre	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,009
Coliformes fecais	NMP/100mL	63,00	10,00	-	-	<1	75,00	41,00	860,00	285,00	-	-	816,00	134,00	369,00	<1000
Coliformes totais	NMP/100mL	5172,00	1918,00	-	-	17329,00	763,00	2753,00	7270,00	183,00	-	-	4106,00	4611,00	1872,00	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	77,70	69,00	57,50	57,50	61,40	51,60	92,20	57,90	63,60	80,90	67,50	62,60	79,90	63,00	Nm
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,05
DBO	mg/L	1,69	3,19	2,45	3,08	1,94	2,65	3,41	1,63	2,12	1,56	2,27	2,30	2,17	1,67	<5,0
DQO	mg/L	7,56	3,78	5,67	11,33	6,61	2,83	5,67	11,59	13,14	6,18	11,59	9,28	4,64	13,91	Nm
Dureza	mg/L	50,70	40,00	32,00	30,50	36,60	41,50	51,30	26,40	17,40	19,00	18,20	20,80	28,20	29,20	Nm
Fenóis	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,003
Fósforo	mg/L	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	<0,05
Magnésio	mg/L	9,58	7,61	5,86	5,67	6,81	8,54	9,51	0,27	0,36	0,44	0,15	0,44	0,00	0,00	Nm
Níquel	mg/L	0,01	ND	ND	ND	0,01	ND	ND	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	<0,025
Nitrato	mg/L	0,30	0,20	0,50	0,40	0,50	0,50	0,40	1,00	0,60	1,40	5,90	1,40	0,60	1,30	<10
Nitrito	mg/L	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	0,08	0,04	0,01	0,05	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	2,31	1,64	0,85	1,72	1,22	1,30	2,62	1,01	0,25	1,68	0,84	0,82	0,31	0,45	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ausentes
Oxigênio dissolvido	mg/L	8,77	7,46	0,17	0,14	7,18	7,95	8,69	8,10	8,61	6,31	4,80	8,69	8,15	8,30	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	98,80	88,10	1,70	1,40	80,10	86,60	96,40	87,20	106,20	72,10	53,90	101,00	94,60	93,50	Nm
pH	un	7,78	7,36	7,36	7,36	5,93	7,92	7,99	8,09	8,14	7,83	8,05	7,26	7,24	8,06	6,0-9,0
Sílica Solúvel	mg/L	33,73	29,68	33,36	30,92	31,29	30,73	36,67	7,46	7,71	7,96	7,36	8,02	7,67	9,24	Nm
Sólidos totais	mg/L	61,00	55,50	47,50	21,50	57,00	92,50	79,00	4,50	10,00	29,00	31,50	46,75	16,00	9,00	Nm



VARIÁVEIS	UN.	out/17							abr/18							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Sólidos Dissolvidos	mg/L	5,40	4,40	1,20	4,70	5,60	5,60	1,60	23,50	6,40	11,70	19,10	10,20	<3,40	7,80	<500
Sólidos suspensos	mg/L	92,00	66,50	62,50	51,00	115,00	108,00	105,00	103,00	52,00	81,50	106,50	73,50	63,50	70,00	Nm
Sulfatos	mg/L	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	8,00	3,00	1,00	2,00	<250
Temp. da água	°C	21,60	24,00	15,10	14,70	20,70	19,60	20,70	20,70	26,10	22,00	21,40	23,10	22,80	21,10	Nm
Temp. do ar	°C	21,00	24,00	24,00	24,00	31,00	12,00	26,00	25,00	26,00	26,00	26,00	28,90	21,70	26,00	Nm
Transparência	m	2,00	2,10	-	-	1,40	0,40	2,20	0,30	0,70	-	-	0,30	0,36	1,40	Nm
Turbidez	NTU	5,57	5,69	16,60	9,87	9,43	9,70	2,39	51,40	15,50	32,00	11,20	42,70	6,86	25,60	<100
Fitoplâncton	cél/L	159,36	623,08	-	-	235,62	573,33	206,81	90,81	142,36	-	-	107,99	68,72	81,00	Nm
Cianobactérias	cél/L	7,36	144,81	-	-	9,82	95,72	9,82	7,36	4,91	-	-	19,64	9,82	14,73	<50000
Zooplâncton	Ind/m <sup>3</sup>	1583,33	58187,50	-	-	52125,00	2816,67	5912,50	108,33	458,33	-	-	670,83	512,50	45,83	Nm
Bentos	indivíduos	186	54	-	-	195	199	134	67	35	-	-	2	5	37	Nm
BMWP	pontos	109	22	-	-	58	33	50	53	24	-	-	7	16	69	Nm
IQA	pontos	81	85	-	-	85	79	81	67	74	-	-	68	76	73	Nm
IQAReservatório	-	-	2,03	-	-	-	-	-	-	2,30	-	-	-	-	-	Nm
IET	pontos	51	65	-	-	48	58	58	54	58	-	-	49	45	50	Nm

Continuação

VARIÁVEIS	UN.	out/18							abr/19							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Alcalinidade	mg/L	31,25	29,38	28,75	31,88	28,13	28,75	33,75	33,75	28,13	32,88	40,00	28,13	28,13	35,38	Nm
Amônia	mg/L	0,05	0,02	0,01	0,07	0,02	0,01	0,02	0,096	0,156	0,195	0,271	0,022	0,097	0,171	<3,70
Cádmio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,001



VARIÁVEIS	UN.	out/18							abr/19							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Cálcio	mg/L	8,90	8,50	7,45	8,66	7,94	8,02	9,30	6,49	7,62	8,50	8,42	7,54	7,70	8,58	Nm
Chumbo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01
Cloretos	mg/L	4,10	2,40	2,50	2,70	2,10	1,60	3,90	10,40	10,40	15,20	10,80	13,60	11,60	10,00	<250
Clorofila-a	µg/L	<0,56	20,67	<0,56	<0,56	0,96	9,13	5,77	<0,56	2,400	<0,56	<0,56	3,360	1,440	8,650	10
Cobre	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,009
Coliformes fecais	NMP/100mL	663,00	148,00	-	-	173,00	86,00	2495,00	<1	<1	-	-	<1	<1	<1	<1000
Coliformes totais	NMP/100mL	4198,00	1968,00	-	-	1459,00	1059,00	9606,00	3130	228	-	-	504	2098	727	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	84,00	78,60	77,50	87,40	80,50	80,20	88,50	89,2	98,8	110,0	105,2	92,7	91,3	110,0	Nm
Cromo	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,05
DBO	mg/L	<1,00	3,27	2,35	2,14	<1,00	1,47	2,33	6,620	3,110	1,430	2,470	2,590	<1,00	1,910	<5,0
DQO	mg/L	15,27	17,17	10,55	11,96	8,55	28,71	16,01	25,19	23,02	4,71	10,63	4,15	41,93	15,15	Nm
Dureza	mg/L	23,20	19,80	20,00	21,00	19,80	20,20	21,80	38,40	28,80	32,40	34,40	30,00	36,00	34,00	Nm
Fenóis	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
Fósforo	mg/L	0,03	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,0020	0,0260	0,0340	0,0780	0,0020	0,0020	0,0060	<0,05
Magnésio	mg/L	3,41	2,75	3,06	3,00	2,88	2,96	3,04	5,39	2,38	2,72	3,26	2,72	4,08	3,06	Nm
Níquel	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,025
Nitrato	mg/L	2,70	0,70	0,70	0,50	1,20	1,00	2,00	0,6	1,0	1,2	1,9	1,3	0,8	0,8	<10
Nitrito	mg/L	0,04	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,0080	0,0100	<0,0006	0,0220	0,0070	0,0080	<0,0006	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	5,94	4,48	6,08	5,29	4,37	4,76	4,90	2,35	1,57	2,32	1,06	1,29	2,66	3,22	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ausentes
Oxigênio dissolvido	mg/L	7,39	9,40	0,27	0,20	6,82	8,07	8,35	6,75	8,20	2,27	0,11	6,18	7,20	7,97	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	85,30	115,40	2,80	2,10	63,50	94,70	91,70	87,90	107,50	27,10	1,20	72,20	86,00	104,00	Nm
pH	un	7,21	7,68	6,75	6,78	6,38	6,78	7,24	7,63	6,64	6,71	6,66	6,79	6,97	5,78	6,0-9,0
Sílica Solúvel	mg/L	11,80	10,81	9,36	9,42	10,75	10,63	12,57	7,46	7,875	8,674	7,844	7,85	7,756	8,219	Nm
Sólidos totais	mg/L	89,00	66,50	75,00	75,00	58,00	61,00	93,00	47,50	49,50	61,50	64,00	70,50	48,50	60,50	Nm
Sólidos Dissolvidos	mg/L	12,40	<3,40	<3,40	<3,40	5,00	6,30	5,50	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<500
Sólidos suspensos	mg/L	105,00	70,50	84,00	86,50	77,00	71,50	98,00	59,50	63,00	89,50	82,00	77,00	65,50	86,00	Nm



VARIÁVEIS	UN.	out/18							abr/19							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Sulfatos	mg/L	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<250
Temp. da água	°C	22,60	23,80	16,20	16,20	21,60	23,20	20,30	24,60	27,10	22,60	21,00	23,20	24,60	27,00	Nm
Temp. do ar	°C	28,00	26,00	26,00	26,00	29,00	28,00	28,00	26,0	27,0	27,0	27,0	28,0	22,0	28,0	Nm
Transparência	m	0,45	1,00	-	-	0,80	-	0,75	2,25	2,75	2,75	2,75	0,50	1,20	1,20	Nm
Turbidez	NTU	52,30	6,35	5,79	8,53	12,00	9,04	27,40	3,68	1,25	6,19	8,91	5,35	2,88	4,37	<100
Fitoplâncton	cél/L	122,72	363,25	-	-	193,90	269,98	100,63	0,05	0,21	-	-	0,06	0,09	0,43	Nm
Cianobactérias	cél/L	9,82	7,36	-	-	14,73	4,91	41,72	0,11	0,86	-	-	0,04	0,65	0,34	<50000
Zooplâncton	Ind/m <sup>3</sup>	233,33	4608,33	-	-	4354,17	37679,17	416,67	1672	11842	-	-	35094	11264	1010515	Nm
Bentos	indivíduos	424	44	-	-	127	250	169	202	162	-	-	780	282	84	Nm
BMWP	pontos	84	19	-	-	26	69	127	76	57	-	-	55	91	73	Nm
IQA	pontos	70	76	-	-	72	78	64	92	88	-	-	85	89	90	Nm
IQAReservatório	-	-	3,38	-	-	-	-	-	-	2,29	-	-	-	-	-	Nm
IET	pontos	51	65	-	-	48	58	58	37,54	69,63	-	-	49,07	45,4	56,01	Nm

VARIÁVEIS	UN.	out/19							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Alcalinidade	mg/L	48,13	30,38	36,13	35,88	36,25	31,25	61,88	Nm
Amônia	mg/L	0,006	0,134	0,202	0,171	0,079	0,029	0,069	<3,70
Cádmio	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,001
Cálcio	mg/L	8,18	5,61	6,49	5,53	5,45	6,65	9,54	Nm
Chumbo	mg/L	0,006	0,017	0,01	<0,05	0,01	0,006	0,384	<0,01
Cloretos	mg/L	2,9	2,4	3,1	2,1	2,3	2,6	2,2	<250
Clorofila-a	µg/L	10,09	1,44	<0,56	<0,56	4,33	5,29	6,25	10
Cobre	mg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,009





VARIÁVEIS	UN.	out/19							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Coliformes fecais	NMP/100mL	<1	<1	<1	<1	31	20	74	<1000
Coliformes totais	NMP/100mL	2310	<1	2755	2046	1565	4352	5475	Nm
Cond. elétrica	µS/cm	112,8	97,3	94	94,4	92,7	93,9	156,9	Nm
Cromo	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
DBO	mg/L	2,98	<1,00	<1,00	1,24	1,77	2,36	9,14	<5,0
DQO	mg/L	23,73	28,73	31,00	35,33	18,33	32,00	41,63	Nm
Dureza	mg/L	45,60	36,38	38,40	34,80	42,40	34,00	61,60	Nm
Fenóis	mg/L	0,01	0,017	0,012	0,008	0,012	0,147	0,132	<0,003
Fósforo	mg/L	0,02	0,023	0,076	0,009	0,032	0,022	0,133	<0,05
Magnésio	mg/L	6,12	5,54	5,39	5,10	7,00	4,23	9,19	Nm
Níquel	mg/L	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,025
Nitrato	mg/L	0,40	<0,3	<0,3	<0,3	0,30	<0,3	7,90	<10
Nitrito	mg/L	0,008	0,016	0,009	0,01	0,022	0,02	0,014	<1,0
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	1,46	0,95	1,40	1,54	1,18	1,62	1,96	Nm
Óleos e Graxas	mg/L	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	ausentes
Oxigênio dissolvido	mg/L	11,00	8,23	0,03	0,03	6,60	6,38	12,49	>5,0
Oxig. Dissolvido	%	110	103,6	0,4	0,4	72,7	70,2	158,4	Nm
pH	un	9,40	7,97	7,38	7,25	7,40	7,56	7,53	6,0-9,0
Sílica Solúvel	mg/L	0,21	0,154	0,206	0,21	0,12	0,181	2,038	Nm
Sólidos totais	mg/L	67,50	67,50	69,00	60,00	66,50	59,00	134,50	Nm
Sólidos Dissolvidos	mg/L	59,00	46,50	56,00	49,00	52,00	54,00	90,00	<500
Sólidos suspensos	mg/L	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	<3,40	Nm
Sulfatos	mg/L	2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	10,00	<250
Temp. da água	°C	26,8	25	15,3	15,2	20,1	20	25,9	Nm
Temp. do ar	°C	27	26	-	-	27	27	24	Nm
Transparência	m	1,10	4,00	-	-	2,00	2,10	0,30	Nm
Turbidez	NTU	8,36	1,31	3,12	4,76	2,81	2,38	60,60	<100
Fitoplâncton	cél/L	40,19	0,49	-	-	0,57	0,22	3,42	Nm
Cianobactérias	cél/L	1,37	1,98	-	-	0,93	0,33	0,33	<50000



VARIÁVEIS	UN.	out/19							CONAMA 357 CLASSE 2
		MON	RES S	RES M	RES F	TVR	JUS	BCO	
Zooplâncton	Ind/m <sup>3</sup>	1322	37009	-	-	79176	2847	3373	Nm
Bentos	indivíduos	1260	625	-	-	1451	610	100	Nm
BMWP	pontos	86	46	-	-	86	103	53	Nm
IQA	pontos	73	94	-	-	82	83	61	Nm
IQAR	-	-	1,74	-	-	-	-	-	Nm
IET	pontos	59,80	66,90	-	-	57,36	57,26	62,65	Nm

ANEXO II – RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE –  
ABRIL 2020

# **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE**

**FASE DE OPERAÇÃO**

***(13ª campanha)***

**PCH CANTU 2  
Rio Cantu, Paraná**

**Abril, 2020**

## SUMÁRIO

1	JUSTIFICATIVA.....	1
2	OBJETIVOS.....	1
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	1
3.1	Áreas Amostrais .....	1
3.2	Período de Amostragem.....	3
4	GRUPOS TAXONÔMICOS.....	4
4.1	Herpetofauna.....	4
4.1.1	Procedimentos Metodológicos.....	4
4.1.2	Resultados .....	8
4.1.3	Considerações finais .....	16
4.1.4	Registros fotográficos.....	17
4.2	Avifauna .....	19
4.2.1	Procedimentos Metodológicos.....	19
4.2.2	Resultados .....	21
4.2.3	Considerações Finais .....	42
4.2.4	Registros Fotográficos.....	43
4.3	Mastofauna.....	45
4.3.1	Procedimentos Metodológicos.....	45
4.3.2	Resultados .....	46
4.3.3	Considerações Finais .....	54
4.3.4	Registros Fotográficos.....	54
4.4	Entomofauna .....	55
4.4.1	Procedimentos Metodológicos.....	55
4.4.2	Resultados .....	55
4.4.3	Considerações Finais .....	59
4.4.4	Registros Fotográficos.....	59
5	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>

## **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 que nesse processo haja o constante monitoramento dessa biodiversidade terrestre, de forma a gerar conhecimento, bem como auxiliar na tomada de decisões que visem o desenvolvimento sustentável.

## **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 de 2020.

### **3.1 ÁREAS AMOSTRAIS**

Durante a campanha de monitoramento de fauna da PCH Cantu 2 realizada em abril de 2020 foram inventariadas quatro áreas amostrais (Figura 3.1.1 e Tabela 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 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 3.1.2 - 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	
<b>Ponto MD01</b>	352.520	7.262.360
<b>Ponto MD02</b>	354.466	7.261.882
<b>Ponto ME01</b>	353.700	7.263.308
<b>Ponto ME02</b>	352.520	7.263.439

### 3.2 PERÍODO DE AMOSTRAGEM

A campanha foi realizada no período de 26 a 30 de abril de 2020. Esta amostragem contemplou a estação do outono, período de poucas chuvas na região, com clima bastante estável.

## 4 GRUPOS TAXONÔMICOS

A seguir serão apresentados separadamente por táxons (Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna e Entomofauna) os procedimentos metodológicos utilizados durante a campanha bem como os resultados obtidos nesse período.

### 4.1 HERPETOFAUNA

#### 4.1.1 Procedimentos Metodológicos

- **Amostragem de Campo**

As amostragens da herpetofauna foram realizadas no período de 26 a 30 de abril 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 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 desta 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). 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 352528/7262352)

*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). 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.

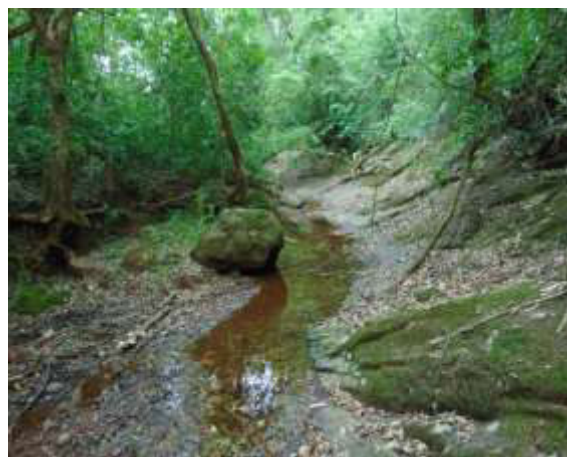


Figura 4.1.1.3 – Poça em borda de floresta (MD01, 22J 352962/7262594)



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 N° 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).

#### **4.1.2 Resultados**

Nesta décima terceira campanha foram registradas 11 espécies da herpetofauna, correspondendo a 61% das 18 espécies assinaladas para a área nas doze campanhas anteriores da fase de operação. Duas delas, os anuros *Crossodactylus schmidtii* e *Proceratophrys avelinoi*, não haviam sido observadas anteriormente em ambas as fases de construção (SOMA, 2015) e operação do empreendimento (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	FCO	Fase de Operação - 1ª a 12ª campanha					Fase de Operação - 13ª campanha					Método
		MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	MD01	MD02	ME01	ME02	ENT	
<b>Amphibia</b>												
<b>Anura</b>												
<b>Bufonidae</b>												
<i>Rhinella diptycha</i>	X	11	15	12	8	0	0	1	0	0	0	AIQ; ASR; PSL
<i>Rhinella icterica</i>	X											
<i>Rhinella</i> sp.	X											
<b>Centrolenidae</b>												
<i>Vitreorana uranoscopa</i>	X											
<b>Hylidae</b>												
<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	ASR; PSL
<i>Boana prasina</i>	X	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	ASR
<i>Boana raniceps</i>	X											
<i>Dendropsophus minutus</i>	X	7	13	6	3	0	0	0	0	0	0	ASR
<i>Dendropsophus nanus</i>	X	15	14	14	1	0	0	1	0	0	0	ASR
<i>Scinax fuscovarius</i>	X	8	7	5	4	0	1	2	1	0	0	ASR; PSL
<i>Trachycephalus</i> sp.	X											
<b>Hylodidae</b>												
<i>Crossodactylus schmidti</i>		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	ASR
<i>Crossodactylus</i> sp.	X											
<b>Leptodactylidae</b>												

<i>Leptodactylus fuscus</i>	X	7	10	6	3	0	0	0	0	1	0	ASR; PSL
<i>Leptodactylus latrans</i>	X	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	ASR; PSL
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	AIQ
<i>Physalaemus cuvieri</i>	X	5	4	5	0	0	1	0	0	0	0	ASR; PSL
<b>Microhylidae</b>												
<i>Elachistocleis bicolor</i>	X	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	ASR; PSL
<b>Odontophrynidae</b>												
<i>Odontophrynus americanus</i>	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	AIQ
<i>Proceratophrys avelinoi</i>		0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	ASR
<i>Proceratophrys bigibbosa</i>	X											
<b>Phyllomedusidae</b>												
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	X											
<b>Reptilia</b>												
<b>Testudines</b>												
<b>Chelidae</b>												
<i>Phrynops sp.</i>	X											
<b>Squamata</b>												
<b>Sauria</b>												
<b>Gekkonidae</b>												
<i>Hemidactylus mabouia</i>	X											
<b>Teiidae</b>												
<i>Salvator merianae</i>	X	3	2	2	1	7	0	0	0	0	0	EOC; PSL
<b>Ophidia</b>												
<b>Dipsadidae</b>												
<i>Erythrolamprus miliaris</i>	X											

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

**Legenda:** Fase: **FCO** – Fase de Construção (1ª a 6ª campanha). 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.

Dez espécies pertencem ao grupo dos anfíbios anuros, distribuídas entre as famílias Bufonidae (uma espécie), Hylidae (3), Hylodidae (1), Leptodactylidae (3), Microhylidae (1) e Odontophrynidae (1). Uma espécie é réptil, pertencente ao grupo das serpentes (Viperidae: uma espécie).

Analisando-se as curvas de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada geradas ao final desta décima terceira 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 26 espécies até o momento (Figura 4.1.2.1).

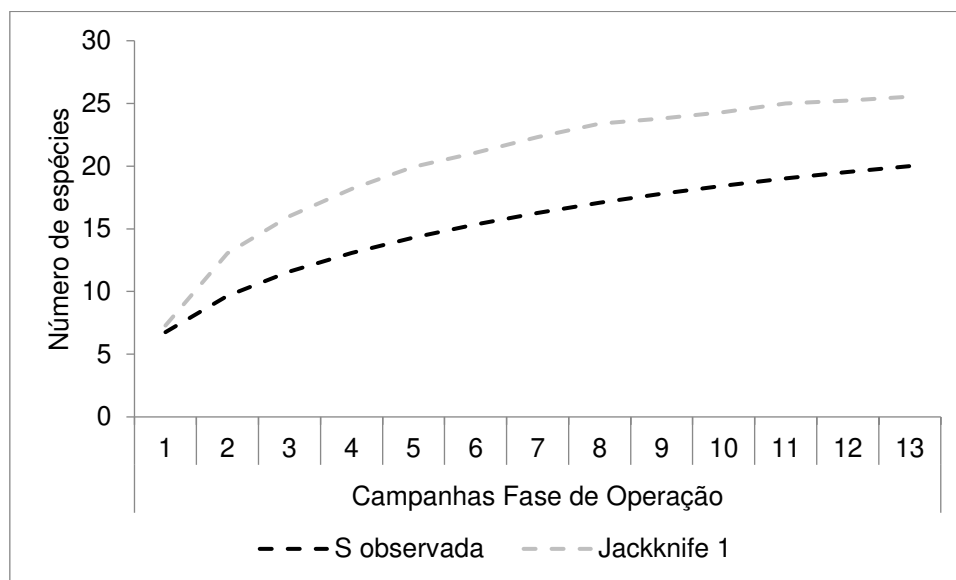


Figura 4.1.2.1- Curvas de acumulação de espécies para a riqueza observada e estimada em função do número de campanhas na fase de operação obtidas ao longo do monitoramento da herpetofauna na região da PCH Cantu 2

Das onze espécies registradas, cinco foram encontradas na MD01, quatro na MD02, duas na ME01, duas na ME02 e uma no entorno do reservatório.

Um total de 21 indivíduos foi registrado, sendo 9 espécimes assinalados na MD01, seis na MD02, três na ME01, dois na ME02 e um no entorno do reservatório.

Nesta décima terceira campanha a maior diversidade de espécies foi registrada para a área MD02 (1,33 nats.indivíduo), seguida da MD01 (1,30 nats.indivíduo), ME02 (0,69 nats.indivíduo) e ME01 (0,64 nats.indivíduo). A

diversidade de todas as áreas juntas foi superior aos valores de cada uma delas individualmente (2,11 nats.indivíduo) (Tabela 4.1.2.2).

Tabela 4.1.2.2– Valores de diversidade obtidos ao final da décima terceira 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				
	<b>Décima primeira campanha</b>				
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
<b>Riqueza</b>	2	4	2	1	5
<b>Abundância</b>	3	5	4	2	14
<b>Diversidade (H')</b>	0,64	1,33	0,56	0	1,43
<b>Décima segunda campanha</b>					
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
<b>Riqueza</b>	11	11	10	4	15
<b>Abundância</b>	37	34	38	5	114
<b>Diversidade (H')</b>	2,15	2,21	2,03	1,33	2,26
<b>Décima terceira campanha</b>					
	MD01	MD02	ME01	ME02	Consolidada
<b>Riqueza</b>	5	4	2	2	10
<b>Abundância</b>	9	6	3	2	20
<b>Diversidade (H')</b>	1,30	1,33	0,64	0,69	2,11

Sob o ponto de vista ecológico, os anuros *Rhinella diptycha*, *Dendropsophus nanus*, *Scinax fuscovarius*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus cuvieri* e *Elachistocleis bicolor*, e a serpente *Crotalus durissus*, habitam preferencialmente ambientes abertos. Nas áreas amostrais, *R. diptycha*, *D. nanus*, *S. fuscovarius*, *L. fuscus*, *P. cuvieri* e *E. bicolor* foram observados junto à borda da floresta. O anuro *Crossodactylus schmidtii* habita exclusivamente ambientes florestais. Já os anuros *Boana prasina*, *Leptodactylus latrans* e *Proceratophrys avelinói* 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
<b>Amphibia</b>							
<b>Anura</b>							
<b>Bufonidae</b>							
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	AA	Não	-	-	LC	-
<b>Hylidae</b>							
<i>Boana faber</i>	Sapo-ferreiro	AA/FL	Não	-	-	LC	-
<i>Boana prasina</i>	Perereca	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	-
<b>Hylodidae</b>							
<i>Crossodactylus schmidti</i>	Rãzinha-de-riacho	FL	Sim	-	NT	NT	-
<b>Leptodactylidae</b>							
<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	-
<b>Microhylidae</b>							
<i>Elachistocleis bicolor</i>	Sapo-guarda-de-barriga-branca	AA	Não	-	-	LC	-
<b>Odontophrynidae</b>							
<i>Odontophrynus americanus</i>	Sapo-boi	AA	Não	-	-	LC	-
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	Sapo-de-chifres	AA/FL	Sim	-	-	LC	-
<b>Reptilia</b>							
<b>Squamata</b>							
<b>Sauria</b>							
<b>Teiidae</b>							
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	AA/FL	Não	-	-	LC	All
<b>Ophidia</b>							
<b>Dipsadidae</b>							
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	Cobra-capim	AA	Não	-	-	-	-
<i>Ptychophis flavovirgatus</i>	Cobra-espada-d'água	AA	Não	-	-	-	-
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	Corredeira-grande	AA/FL	Não	-	-	LC	-

Táxon	Nome Popular	Hábitat	Endêmica da Mata Atlântica	Status de Conservação			
				Estadual	Nacional	Internacional	
				Paraná	Brasil	IUCN	CITES
<b>Viperidae</b>							
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca	FL	Não	-	-	-	-
<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 pela primeira vez nesta décima terceira campanha 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.

Das onze espécies registradas, *Crossodactylus schmidtii* e o sapo-de-chifres (*Proceratophrys avelinoi*) são endêmicos do bioma Mata Atlântica (Tabela 4).

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.

Uma espécie apresenta caráter cinegético. A rã-manteiga (*Leptodactylus latrans*) possui tamanho médio e porte robusto, podendo alcançar até 12 centímetros de comprimento, sendo objeto da atividade de caça devido à sua carne ser ainda bastante apreciada, especialmente em áreas rurais ou em localidades de menor desenvolvimento socioeconômico. Contudo, não foram observados indícios de caça sobre este animal na região.

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

#### 4.1.3 Considerações finais

Ao final desta décima terceira campanha da fase de operação foi registrado um total de 257 indivíduos da herpetofauna, sendo 229 anfíbios anuros e 28 répteis. Vinte espécies foram identificadas, das quais 14 são anuros e 6 répteis. Os anuros estão distribuídos entre as famílias Bufonidae (uma espécie), Hylidae (5), Hylodidae (1), Leptodactylidae (4), Microhylidae (1) e Odontophrynidae (2). 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*), observada na MD02, 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 são registradas praqueles ambientes.

Com a continuidade do presente estudo, novos dados serão obtidos e informações mais completas poderão ser levantadas.

#### **4.1.4 Registros fotográficos**

As Figuras 4.1.4.1 a 4.1.4.3 ilustram a herpetofauna registrada na 13ª campanha de monitoramento de fauna 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 – *Scinax fuscovarius* (perereca-de-banheiro) registrada por meio da amostragem em sítio de reprodução na MD02 (22J 354368/7264557)



Figura 4.1.4.3– *Elachistocleis bicolor* (sapo-guarda-de-barriga-branca) 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, 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 4.2.1.1 – Ornithólogo 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 624 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. 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 224 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 256 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 42,53% da comunidade avifaunística registrada para a região, e 48,6% 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 em listas de referência; em **vermelho** = primeiro registro para o fase de operação, tendo sido registrado anteriormente na fase de construção.

Enquadramento taxonômico	Nome Vulgar	Construção	1ª a 12ª Campanhas	13ª Campanha				EN T
				ME 01	MD 01	ME 02	MD 02	
Tinamiformes Huxley, 1872								
Tinamidae Gray, 1840								
	<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	inambuguaçu	X	X				
	<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	inambu-chororó	X	X				
	<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	inambu-chintã	X	X		X		
	<i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck, 1815)	perdiz	X	X		X		
	<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	codorna-amarela		X			X	
Anseriformes Linnaeus, 1758								
Anatidae Leach, 1820								
	<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	X	X				
	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-cabocla		X				
	<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato	X	X				
	<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	ananaí	X	X	X	X	X	X
Galliformes Linnaeus, 1758								
Cracidae Rafinesque, 1815								
	<i>Penelope superciliaris</i> Temminck, 1815	jacupemba	X	X				
	<i>Penelope obscura</i> Temminck, 1815	jacuguaçu		X			X	
Odontophoridae Gould, 1844								
Podicipediformes Fürbringer, 1888								

Podicipedidae Bonaparte, 1831							
	<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão-pequeno		X			
	<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	mergulhão-caçador		X			
Suliformes Sharpe, 1891							
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849							
	<i>Nannopterum brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá	X	X	X	X	X
Anhingidae Reichenbach, 1849							
	<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga		X			
Pelecaniformes Sharpe, 1891							
Ardeidae Leach, 1820							
	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	socó-dorminhoco	X	X			
	<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	X	X			X
	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	X	X	X	X	X
	<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça-moura		X	X		
	<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca	X	X	X		X
	<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	maria-faceira	X			X	X
	<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça-branca-pequena	X	X			
Threskiornithidae Poche, 1904							
	<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	X	X		X	X
Cathartiformes Seebohm, 1890							
Cathartidae Lafresnaye, 1839							
	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	X	X		X	
	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu	X	X	X	X	X
Accipitriformes Bonaparte, 1831							
Pandionidae Bonaparte, 1854							
Accipitridae Vigors, 1824							
	<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-gato		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		
	<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	sovi	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
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
	<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)	saracura-sanã		X					
	<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	galinha-d'água	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
Scolopacidae Rafinesque, 1815									
	<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário	X	X					
	<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico-de-perna-amarela		X					
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854									
	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	X	X					X
Columbiformes Latham, 1790									
Columbidae Leach, 1820									
	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou		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
	<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega	X	X				X
	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante	X	X	X	X	X	X
	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	X	X	X	X	X	X
	<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-de-testa-branca	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
	<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	anu-coroca		X				
	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	X	X	X		X	X
	<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	X	X	X	X	X	X
	<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	X	X				
	<i>Dromococcyx pavoninus</i> Pelzeln, 1870	peixe-frito-pavonino	X	X				
Strigiformes Wagler, 1830								
Tytonidae Mathews, 1912								
	<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	suindara	X	X				
Strigidae Leach, 1820								
	<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	corujinha-do-mato	X	X				X
	<i>Strix virgata</i> (Cassin, 1849)	coruja-do-mato	X	X				
	<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	X	X	X	X	X	X
Nyctibiidae Chenu & Des Murs, 1851								
	<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	urutau	X	X		X		X
Caprimulgiformes Ridgway, 1881								
Caprimulgidae Vigors, 1825								

	<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	tuju	X	X				
	<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	X	X	X	X	X	X
Apodiformes Peters, 1940								
Apodidae Olphe-Galliard, 1887								
	<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	taperuçu-de-coleira-branca	X					
	<i>Streptoprocne biscutata</i> (Sclater, 1866)	taperuçu-de-coleira-falha	X					
	<i>Chaetura cinereiventris</i> Sclater, 1862	andorinhão-de-sobre-cinzento	X					
	<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907	andorinhão-do-temporal	X	X				
Trochilidae Vigors, 1825								
	<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	rabo-branco-acanelado rabo-branco-de-garganta- rajada	X	X				X
	<i>Phaethornis eurynome</i> (Lesson, 1832)		X					
	<i>Florisuga fusca</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto	X	X				
	<i>Stephanoxis loddigesii</i> (Gould, 1831)	beija-flor-de-topete-azul	X	X				
	<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	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				
	<i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-papo-branco	X					
Trogoniformes A. O. U., 1886								
Trogonidae Lesson, 1828								
	<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	X	X	X	X	X	X
	<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucuá-dourado		X				
Coraciiformes Forbes, 1844								
Alcedinidae Rafinesque, 1815								
	<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	X	X		X		X
	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	X	X	X	X	X	X
	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	X	X	X		X	X

Momotidae Gray, 1840							
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot, 1818)	juruva	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				
<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	araçari-castanho	X	X				
Picidae Leach, 1820							
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	picapauzinho-de-coleira	X	X	X	X		X
<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco	X	X				
<i>Melanerpes flavifrons</i> (Vieillot, 1818)	benedito-de-testa-amarela	X	X				
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	picapauzinho-verde-carijó	X	X	X	X		
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	X	X	X	X	X	X
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	X	X		X		
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-cabeça-amarela		X				
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca	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
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	X	X			X	
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acauã		X				
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio				X		
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	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
	<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba	X	X				
	<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	X					
	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro- amarelo	X	X		X		X
	<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca	X	X	X			X
	<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio		X				
Passeriformes Linnaeus, 1758								
Thamnophilidae Swainson, 1824								
1822)	<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	X	X	X			
	<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Temminck,	chorozinho-de-asa-vermelha	X	X				
	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada		X				
	<i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816	choca-de-chapéu-vermelho	X	X				
	<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	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				
	<i>Mackenziaena severa</i> (Lichtenstein, 1823)	borralhara	X	X				
	<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	papa-taoca-do-sul	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	
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
	<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	X			X		X
1859)	<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (Cabanis & Heine,	arapaçu-escamoso-do-sul			X			
	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-grande	X	X		X		X
	<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-garganta-branca	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
	<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	joão-porca	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				
	<i>Heliobletus contaminatus</i> Pelzeln, 1859	trepadorzinho	X					
1832)	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye,	trepador-quiete	X	X				
	<i>Leptasthenura setaria</i> (Temminck, 1824)	grimpeiro	X					
	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	X	X		X		
	<i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819	pichororé	X	X		X	X	X
	<i>Synallaxis cinerascens</i> Temminck, 1823	pi-puí	X	X				
	<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim		X				
	<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	uí-pi					X	
	<i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856	joão-teneném	X	X				
	<i>Cranioleuca obsoleta</i> (Reichenbach, 1853)	arredio-oliváceo	X					X
Pipridae Rafinesque, 1815								

	<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará	X						
	Tityridae Gray, 1840								
	<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim	X	X					
	<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	bochecha-parda			X				
	<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-branco-de-preto		X			X		
	<i>Pachyramphus viridis</i> (Vieillot, 1816)	caneleiro-verde	X	X					
1827)	<i>Pachyramphus castaneus</i> (Jardine & Selby,	caneleiro	X						
	<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	X	X					
	<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-chapéu-preto	X	X					
	Cotingidae Bonaparte, 1849								
	Platyrrhynchidae Bonaparte, 1854								
	<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho	X	X	X	X			X
	Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907								
	<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	cabeçudo	X	X		X	X		X
	<i>Corythopsis delalandi</i> (Lesson, 1830)	estalador		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
	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	X	X					
1846)	<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye,	tororó	X	X				X	
	<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	miudinho	X						
	<i>Hemitriccus diops</i> (Temminck, 1822)	olho-falso		X		X			
	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny &	sebinho-de-olho-de-ouro		X					
Lafresnaye, 1837)	<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro		X					
	<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	barulhento		X					
	<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	X	X	X	X	X	X	X



	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	X	X				
	<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande		X				
	<i>Elaenia parvirostris</i> Pelzeln, 1868	tuque-pium	X					
	<i>Elaenia mesoleuca</i> (Deppe, 1830)	tuque	X	X				
	<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)	guaracava-cinzenta	X					
	<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada			X			
	<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichtenstein, 1823)	marianinha-amarela	X	X				
	<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	alegrinho	X	X				
	<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	X					
	<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	irré	X	X				X
	<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	X	X				
	<i>Syrstes sibilator</i> (Vieillot, 1818)	gritador		X				
	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	X	X	X	X	X	X
	<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	X	X				
1776)	<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller,	bem-te-vi-rajado	X	X				
	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	X	X		X		X
		bentevizinho-de-penacho-vermelho	X	X	X	X	X	X
	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)		X	X				
	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	X	X				
	<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802	tesourinha	X	X				
	<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peítica	X	X				
	<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha	X	X		X		
	<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	filipe	X					
	<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada		X				
	<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha		X				
	<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu	X	X				

<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	X	X				
<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	papa-moscas-cinzento	X	X				
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	suiriri-pequeno		X				
<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	primavera				X		X
<i>Xolmis velatus</i> (Lichtenstein, 1823)	noivinha-branca	X	X				
Vireonidae Swainson, 1837							
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	X	X	X	X	X	X
<i>Hylophilus poicilotis</i> Temminck, 1822	verdinho-coroadado	X	X	X			X
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruviara	X	X				
Corvidae Leach, 1820							
<i>Cyanocorax chrysops</i> (Vieillot, 1818)	gralha-picaça	X	X	X	X		X
Hirundinidae Rafinesque, 1815							
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	X	X	X	X	X	X
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	X	X				
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	X	X				
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	X	X	X		X	
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	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
Donacobiidae Aleixo & Pacheco, 2006							
Turdidae Rafinesque, 1815							
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco	X	X	X	X		X
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	X	X	X	X	X	X
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	X	X		X		
<i>Turdus subalaris</i> (Seebohm, 1887)	sabiá-ferreiro		X				
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	X	X		X		

Mimidae Bonaparte, 1853							
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	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					
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850							
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico	X	X	X	X		
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	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
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra	X	X				
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula	X	X	X	X	X	X
<i>Myiothlypis leucoblephara</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador	X	X	X	X	X	X
<i>Myiothlypis rivularis</i> (Wied, 1821)	pula-pula-ribeirinho		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
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro	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
<i>Sturnella supercilialis</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	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				
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788)	tietinga	X	X		X		X

	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	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
	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	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		
	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	X	X				
	<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tiê-de-topete	X	X	X	X	X	X
1776)	<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller,	tico-tico-rei	X	X				
	<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	tiê-preto	X	X	X	X		X
	<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	X	X				
	<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	X	X				
	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	X	X				
	<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleurinho	X	X		X		X
	<i>Embernagra platensis</i> (Gmelin, 1789)	sabiá-do-banhado	X	X				
	<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo		X				
	<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro	X	X	X	X		X
	<i>Microspingus cabanisi</i> Bonaparte, 1850	queto-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				
	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	X	X	X	X	X	X

<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo	X			
<i>Euphonia chalybea</i> (Mikan, 1825)	cais-cais		X		X
Passeridae Rafinesque, 1815					
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	X	X		X

Conforme apresentado na Tabela 4.2.2.1 o sítio com maior riqueza de espécies na presente campanha foi o MD-01, com 80 espécies registradas, seguido pelos sítios MD-02 com 78 espécies, ME-01 com 56 espécies e ME-02 com 47 espécies de aves. Ambos os sítios da margem direita do reservatório foram mais diversos na presente campanha, tal fato deu-se pela condição do período de ano no momento da amostragem, 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, que passam a ser favoráveis para o registro de espécies da família Tyrannidae migratórios, que não se fazem presentes durante esse período de amostragem, ou ocorrem em baixa abundância, dificultando a percepção. A campanha programada para outubro contribuirá com informações para um melhor entendimento sobre comunidade de aves nos sítios, e nas áreas de influência da PCH Cantu 2.

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.

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.

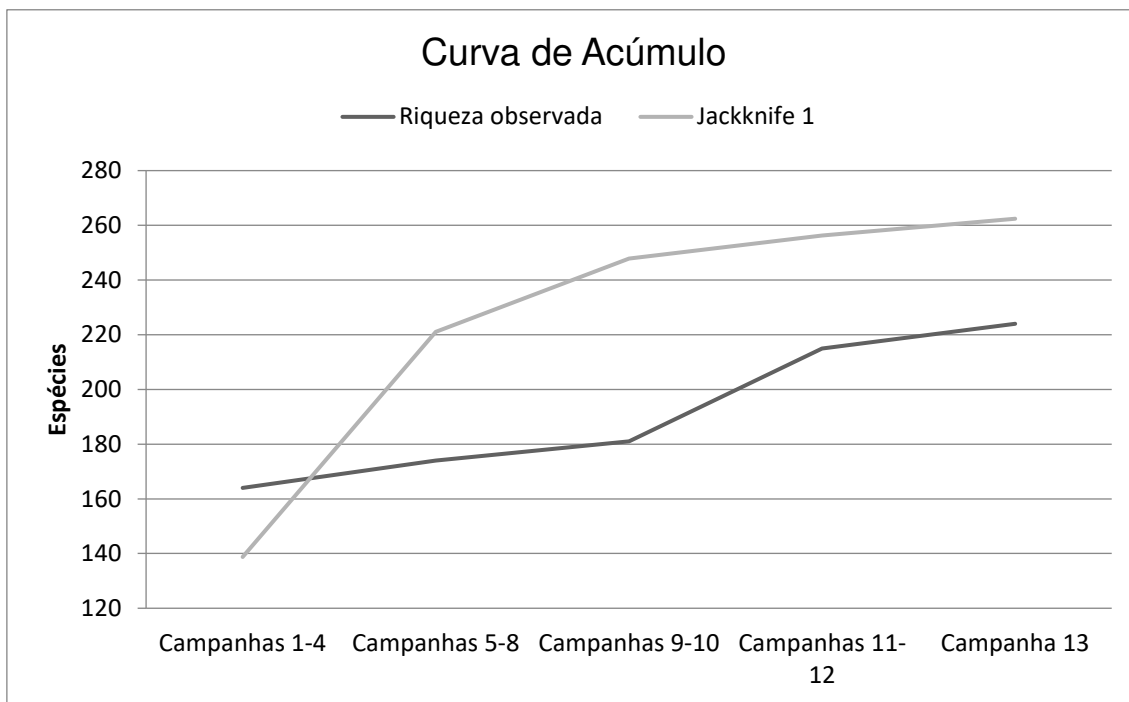


Figura 4.2.2.2 – Riqueza observada e estimada no monitoramento de aves durante a fase de operação da PCH Cantu 2.

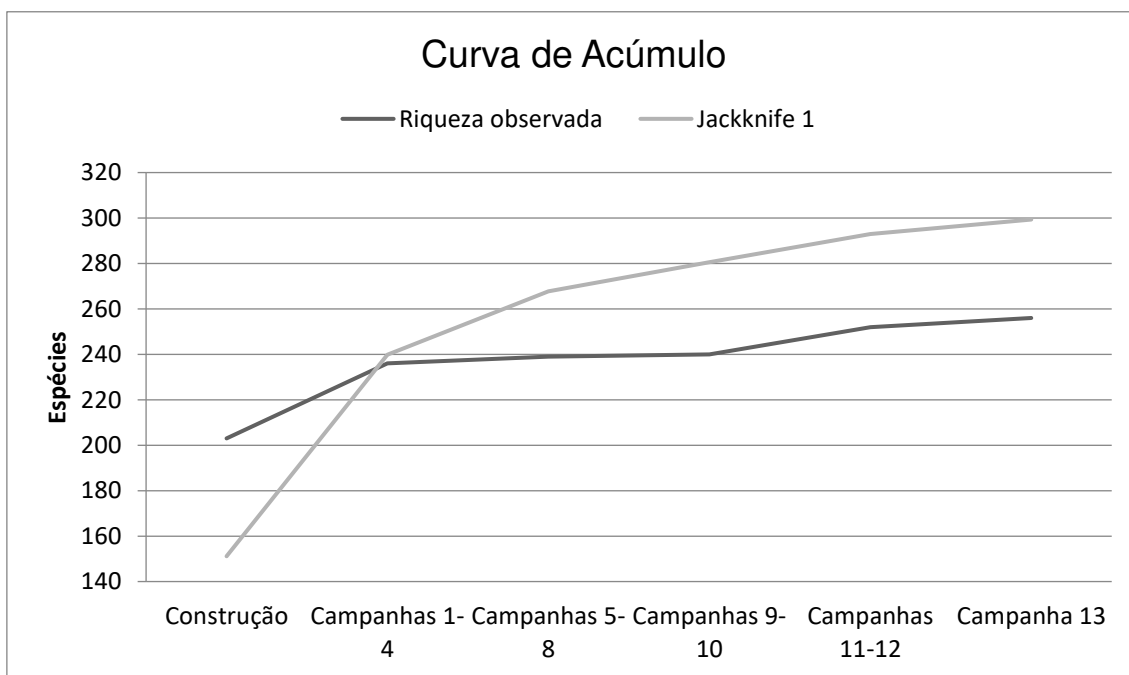


Figura 4.2.2.3 – Riqueza observada e estimada na PCH Cantu 2 durante as fases de construção e monitoramento.

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 na campanha 13. Com base no estimador *Jackknife 1*, para o período de operação, esperasse que ocorram 262 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 299 espécies para a área do empreendimento, 43 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, e novos registros em campanhas futuras poderão manter a tendência.

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 espécies *S. sibilatrix* (maria-faceira), *T. glaucopis* (beija-flor-de-fronte-violeta), *X. fuscus* (arapaçu-rajado), *X. rutilans* (bico-virado-carijó) e *C. obsoleta* (arredio-oliváceo) 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), *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). Registros inéditos poderão aparecer em campanhas futuras, contribuindo sobre o conhecimento da comunidade de aves da região do empreendimento, bem como a distribuição das mesmas nos diversos microambientes.

Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas de referência, a nível estadual IAP (2018), MMA (2004) e IUCN (2020).

Ao menos quatro espécies registradas durante a campanha 13 no ano de 2020 sofrem pressão de caça para servir de alimento, são elas: *Crypturellus tataupa* (inambu-chintã), *Rhynchotus rufescens* (perdiz), *Nothura maculosa* (codorna-amarela), *Penelope obscura* (jacuguaçu). 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.

Durante a décima terceira campanha de monitoramento, algumas espécies sofrem pressão de caça para servirem como animais de estimação, ou pra abastecerem o tráfico de animais silvestres, como: *Psittacara leucophthalmus* (periquitao), *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo), *Pionus maximiliani* (maitaca), *Turdus* spp. (sabiás), *Zonotrichia capensis* (tico-tico), *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto) e *Saltator similis* (trinca-ferro), 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 na campanha 13 a riqueza de espécies obtidos em cada ponto amostral, pode-se dizer que o ponto MD01 é aquele mais rico em espécies de

aves (n = 80), seguido pelo ponto MD02 (n = 78), ME01 (n = 56) e ponto ME02 (n = 47) (Figura 9.4.2.6) (Tabela 4.2.2.2).

Tabela 4.2.2.2 – Valores de similaridade para os Sítios Amostrais na campanha 13 no ano de 2020 (Campanhas 11 e 12) com base em Bray-Curtis.

	ME 01	MD 01	ME 02	MD 02
ME 01	1	0.676471	0.757282	0.701493
MD 01	0.676471	1	0.598425	0.772152
ME 02	0.757282	0.598425	1	0.608
MD 02	0.701493	0.772152	0.608	1

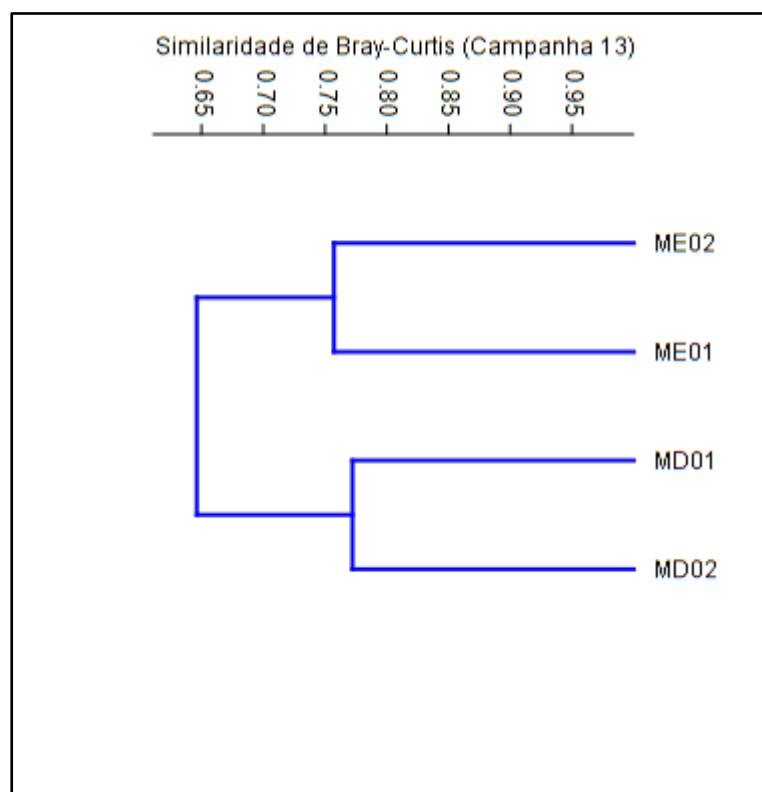


Figura 4.2.2.3 - Dendrograma gerado a partir da análise de *Cluster* com o objetivo de avaliar a similaridade entre os pontos amostrais na PCH Cantu 2, ano de 2019.

Nota-se que os sítios MD02 (Margem Direita 2) e MD01 (Margem Direita 1) são as áreas mais similares, com aproximadamente 77% de riqueza semelhante. E ME01 (Margem Esquerda 1) e ME02 (Margem Esquerda 2)

apresentaram uma similaridade de 75%. MD01 e ME02 são mais dissimilares, com 60%. 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 cálculos de diversidade de Shannon-Wiener por exemplo. O sítio com maior diversidade registrada para a campanha 13 foi a MD01 (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 ( $H'$ )	4,382	4,357	4,025	3,85

#### 4.2.3 Considerações Finais

A riqueza de aves registradas ao longo da campanha 13 no ano de 2020 revelou 109 espécies de aves para o monitoramento, destas 9 foram inéditas para o período de operação do empreendimento. 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 48% 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.

Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção na campanha 13.

#### 4.2.4 Registros Fotográficos

As Figuras 4.2.4.1 a 4.2.4.10 ilustram os registros de avifauna durante a 13ª campanha de monitoramento da fauna da PCH Cantu 2.



Figura 4.2.4.1 – *Baryphthengus ruficapillus* (juvua). PCH Cantu 2. Abril de 2020

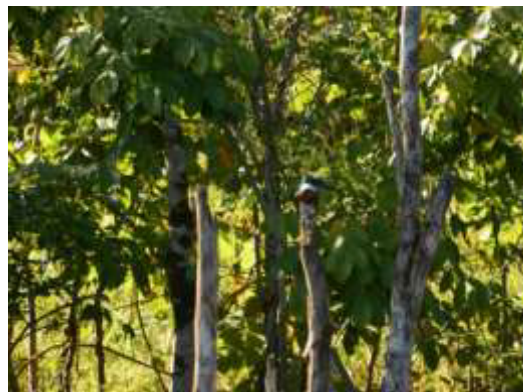


Figura 4.2.4.2 - *Chloroceryle amazona* (martim-pescador-verde). PCH Cantu 2. Abril de 2020

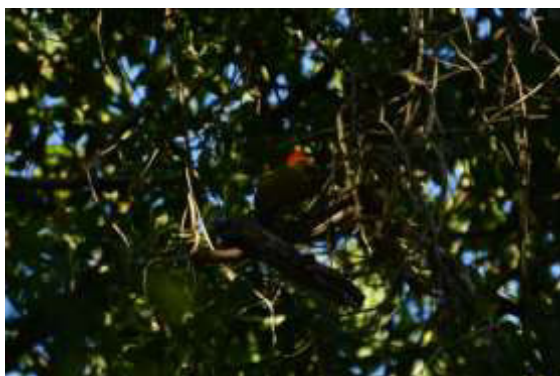


Figura 4.2.4.3 – *Colaptes melanochloros* (pica-pau-verde-barrado). PCH Cantu 2. Abril de 2020



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

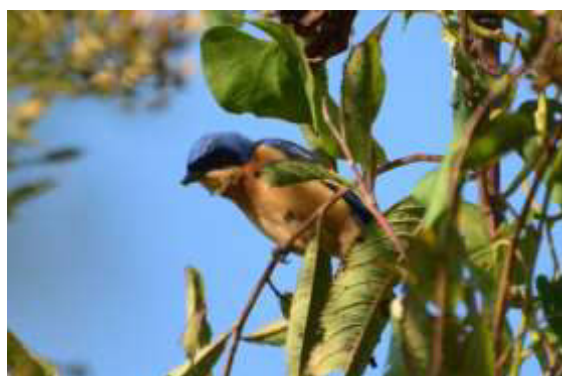


Figura 4.2.4.7 – *Pipraeidea melanonota* (saíra-viúva). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.8 – *Psittacara leucophthalmus* (periquitão). PCH Cantu 2. Abril de 2020

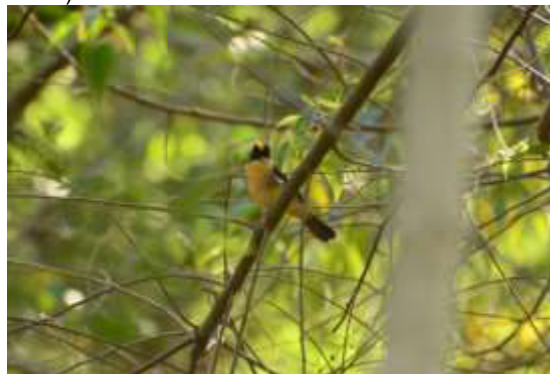


Figura 4.2.4.9 – *Trichothraupis melanops* (tiê-de-topete). PCH Cantu 2. Abril de 2020



Figura 4.2.4.10 – *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira). PCH Cantu 2. Abril de 2020

## 4.3 MASTOFAUNA

### 4.3.1 Procedimentos Metodológicos

Em abril de 2020 foi realizada uma campanha 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 Paglia *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.

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 34 desses possíveis, enquanto que no monitoramento durante a fase de operação, com 12 campanhas realizadas, foram registradas ao menos 17 espécies (32% 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 e 2019 foram realizadas 2 campanhas em cada ano, e em ambas foram registradas oito espécies. A presente campanha (abril de 2020) apresentou três espécies para a região do empreendimento (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.

Espécie	Nome comum	Construção	2016	2017	2018	2019	2020-1
<b>ORDEM DIDELPHIMORPHIA</b>							
<b>Família DIDELPHIDAE</b>							
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	gambá-de-orelha-branca	x	x	x		x	
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	gambá-de-orelha-preta						
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	cuíca	x	x	x			
<b>ORDEM XENARTHRA</b>							
<b>Família MYRMECOPHAGIDAE</b>							
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	tamanduá-mirim	x					
<b>Família DASYPODIDAE</b>							
<i>Dasyus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	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
<b>ORDEM CHIROPTERA</b>							
<b>Família PHYLLOSTOMIDAE</b>							
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	morcego						
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	morcego	x					
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	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					
<b>Família VESPERTILIONIDAE</b>							
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	morcego	x					

<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson & Garnot, 1826)	morcego	x					
<b>Família MOLOSSIDAE</b>							
<i>Molossops</i> sp.	morcego						
<b>ORDEM PRIMATES</b>							
<b>Família ATELIDAE</b>							
<i>Alouatta guariba</i> (Humboldt, 1812)	bugio-ruivo						
<b>Família CEBIDAE</b>							
<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)	macaco-prego						
<b>ORDEM CARNIVORA</b>							
<b>Família CANIDAE</b>							
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	graxaim	x	x	x	x	x	
<i>Lycalopex gymnocercus</i> (G. Fischer, 1814)	raposa-do-campo						
<b>Família FELIDAE</b>							
<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						
<b>Família MUSTELIDAE</b>							
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	lontra			e	e		
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	furão						
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	irara	x					
<b>Família PROCYONIDAE</b>							
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798)	mão-pelada	x	x				x
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	quati	x	e	e	e		x
<b>ORDEM ARTIODACTYLA</b>							
<b>Família CERVIDAE</b>							



<i>Mazama guazoubira</i> (Fischer, 1814)	veado-catingueiro	x						
<b>Família TAYASSUIDAE</b>								
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	cateto							
<b>ORDEM RODENTIA</b>								
<b>Família SCIURIDAE</b>								
<i>Guerlinguetus ingrami</i> (Thomas, 1901)	caxinguelê	x						
<b>Família ERETHIZONTIDAE</b>								
<i>Coendou spinosus</i> (F. Cuvier, 1823)	ouriço-cacheiro		e	e	e			
<b>Família CAVIIDAE</b>								
<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	preá							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	x	x	x	x	x	x	x
<b>Família DASYPROCTIDAE</b>								
<i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein, 1823	cutia							
<b>Família CUNICULIDAE</b>								
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1758)	paca							
<b>Família MYOCASTORIDAE</b>								
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	ratão-do-banhado							
<b>Família CRICETIDAE</b>								
<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>Phenomys</i> sp.	rato-do-mato							x
<i>Rhagnomys</i> sp.	rato-do-mato							x
<b>ORDEM LAGOMORPHA</b>								
<b>Família LEPORIDAE</b>								
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	tapiti							x
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	lebre			x	e	e	e	x

Tabela 4.3.2.2 – Espécies registradas na campanha 13 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	ÁREAS AMOSTRAIS			
		MD01	MD02	ME01	ME02
<i>Dasyus novemcinctus</i>	tatu-galinha	PE			
<i>Cabassous tatouay</i>	tatu-de-rabo-mole-grande			CT	
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	FE		FE	FE

### 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 atual campanha 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. Segundo o estimador de primeira ordem *Jackknife 1*, estimasse que ocorram 20 espécies de mamíferos para a região. (Figura 4.2.3.1).

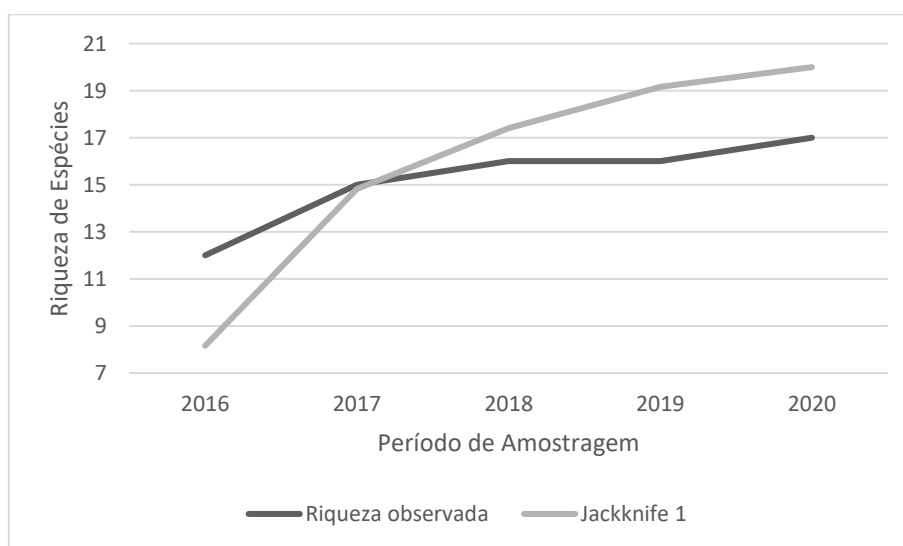


Figura 4.3.2.1 – Curva de riqueza acumulada e estimada nas áreas de influência da PCH Cantu 2.

### *Comparação entre pontos*

De modo geral todos os sítios amostrais apresentaram baixa riqueza de espécies, sendo que os sítios margem direita 1 e margem esquerda 1 apresentaram duas espécies cada, enquanto que o sítio margem esquerda 2 apresentou uma espécie e o no sítio margem direita 2 não foram registradas 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.

Devido a baixa abundância e riqueza de espécies, não foi possível calcular o índice de diversidade e similaridade para a campanha, o qual será apresentado no relatório anual, com a compilação de dados com a campanha do segundo semestre de 2020.

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.

As três espécies registradas são consideradas cinegéticas, apreciadas pela cultura humana como iguaria de caça, sendo predadas para servir de alimento. No entanto não se pode afirmar qual o real impacto sobre as populações locais dessas espécies.

### 4.3.3 Considerações Finais

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 capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), que é encontrada por toda a região do lago. 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.

Uma espécie considerada como “dados deficientes” na lista estadual foi registrada durante a presente campanha em 2020.

### 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.

## 4.4 ENTOMOFAUNA

### 4.4.1 Procedimentos Metodológicos

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.

### 4.4.2 Resultados

Durante a fase de construção da PCH Cantu 2 foram registradas 14 espécies de 14 gêneros e três subfamílias de abelhas (Tabela 4.4.2.1). Das espécies registradas nenhuma consta na lista de espécies ameaçadas no Estado do Paraná (2004). Com destaque para as espécies sociais *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*.



Tabela 4.4.2.1 - Lista de espécies encontradas na fase de construção da PCH Cantu 2

Espécie
<i>Anthrenoides sp.</i>
<i>Apis mellifera</i>
<i>Augochloropsis sp.</i>
<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i>
<i>Pseudaugochlora indistincta</i>
<i>Centris analis</i>
<i>Tetragona clavipes</i>
<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Trigona spinipes</i>
<i>Paratetrapedia crf. lugubris</i>
<i>Plebeia droryana</i>
<i>Pseudaugochlora cf. graminea</i>
<i>Tetrapedia sp.</i>
<i>Xylocopa frontalis</i>

A riqueza de espécies existentes na região ainda é bastante baixa quando comparada à lista de espécies com ocorrência prevista para a região (Tabela 4.4.2.2). O número de espécies encontradas na região foi um pouco superior a 32% das espécies de abelhas listas por GONÇALVES & OLIVEIRA (2013) para um fragmento florestal na mesma região do Estado do Paraná. Além do fato de que nenhuma abelha da subtribo Euglossina e do gênero *Melipona* foi coletada, estas são abelhas tipicamente florestais e indicadoras de qualidade ambiental (PERUQUETTI *et al.* 1999; SILVEIRA *et al.* 2002).

Tabela 4.4.2.2 - 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
<b>ORDEM HYMENOPTERA</b>	
<b>Família Apidae (72)</b>	
<b>Subfamília ANDRENINAE (3)</b>	
<b>Tribo Protoandrenini</b>	
<i>Anthrenoides magaliae</i> Urban, 2005	abelha
<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	abelha
<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	abelha
<b>Subfamília APINAE (35)</b>	

**Tribo Apini**
*Apis mellifera* Linnaeus, 1758

abelha europa

**Tribo Bombini**
*Bombus (Fervidobombus) morio* (Swederus, 1787)

mamangava

*Bombus (Fervidobombus) pauloensis* Friese, 1913

mamangava

**Tribo Centridini**
*Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804)

abelha

**Tribo Eucerini**
*Gaesischia (Gaesischia) fulgurans* (Holmberg, 1903)

abelha

*Melissodes (Ecplectica) nigroaenea* (Smith, 1854)

abelha

*Melissoptila cnecomala* (Moure, 1944)

abelha

*Melissoptila richardiae* Bertoni & Schrottky, 1910

abelha

**Tribo Euglossini**
*Eufriesea auriceps* (Friese, 1899)

abelha da orquídea

*Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840)

abelha da orquídea

*Euglossa carolina* Nemésio, 2009

abelha da orquídea

*Euglossa (Euglossa) cordata* (Linnaeus, 1758)

abelha da orquídea

*Euglossa (Euglossa) fimbriata* Moure, 1968

abelha da orquídea

*Euglossa (Euglossa) melanotricha* Moure, 1967

abelha da orquídea

*Euglossa (Euglossa) pleosticta* Dressler, 1982

abelha da orquídea

*Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell, 1904

abelha da orquídea

*Euglossa (Euglossa) truncata* Rebêlo & Moure, 1996

abelha da orquídea

*Euglossa (Glossurella) stellfeldi* Moure, 1947

abelha da orquídea

*Euglossa* sp.

abelha da orquídea

*Eulaema (Apeulaema) nigrita* Lepeletier, 1841

abelha da orquídea

*Exaerete smaragdina* (Guérin, 1844)

abelha da orquídea

**Tribo Exomalopsini**
*Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa* Spinola, 1853

abelha

*Exomalopsis (Exomalopsis) minor* Schrottky, 1910

abelha

**Tribo Meliponini**
*Plebeia droryana* (Friese, 1900)

inhati

*Plebeia nigriceps* (Friese, 1901)

mirí

*Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804)

vorá

*Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811)

jataí

*Trigona spinipes* (Fabricius, 1793)

irapuá

**Tribo Tapinotaspidini**
*Paratetrapedia fervida* (Smith, 1879)

abelha

*Paratetrapedia punctata* Aguiar & Melo, 2011

abelha

**Tribo Tetrapediini**
*Tetrapedia* cfr. *diversipes* Klug, 1810

abelha

**Tribo Xylocopini**
*Ceratina* sp. 1

abelha

*Ceratina* sp. 2

abelha

*Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (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

O método de coleta aplicado (armadilhas de cheiro) para o monitoramento da entomofauna no reservatório da PCH Cantu 2, não se mostrou eficaz no registro de abelhas (Família Apidae).

Durante a campanha de monitoramento, nenhum indivíduo foi registrado nas armadilhas referidas acima. No entanto, algumas abelhas foram registradas durante deslocamentos em trilhas para verificação das armadilhas, visitando flores ou em voo, as quais foram observadas e fotografadas quando possível, não havendo captura e coleta.

Foram registradas duas espécies, *Apis mellífera* (abelha europa) e *Trigona spinipes* (irapoá), ambas registradas anteriormente.

#### **4.4.3 Considerações Finais**

A diminuição da riqueza encontrada ocasionalmente no reservatório pode ter sido ocasionada pelo menor número de coletas, bem como por fatores antrópicos, como a presença de pescadores e moradores da região, que muitas vezes predam essas colmeias.

Com base na amostragem realizada, a busca ativa mostrou-se mais eficaz que o uso de armadilhas de cheiro, no entanto não se pôde tecer considerações a respeito de resultados de riqueza e abundância das espécies registradas, bem como ameaças a comunidade de abelhas da região.

#### **4.4.4 Registros Fotográficos**

As Figuras 4.4.4.1 e 4.4.4.2 ilustram os registros realizados durante a 13ª campanha de monitoramento da fauna, realizada em abril de 2020.

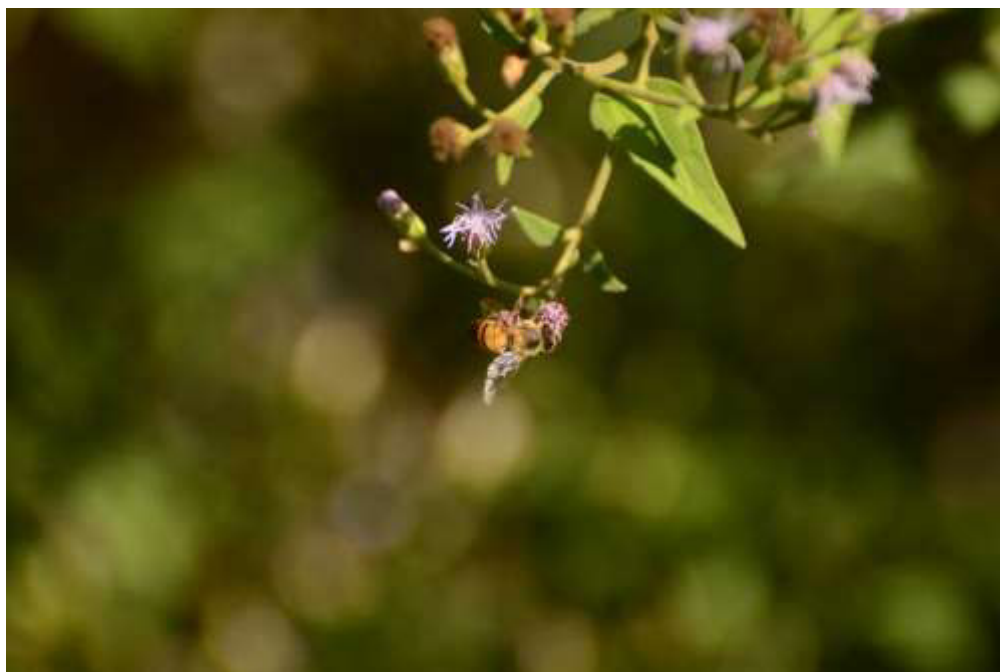


Figura 4.4.4.1 - *Apis mellifera* (abelha europa) visitando flor de Asteraceae.



Figura 4.4.4.2 - *Trigona spinipes* (Irapoá) visitando as flores de uma espécie de Fabaceae.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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. Nov. 2019. 2020. Disponível em: <http://www.cites.org/>. Acesso em: 09 de mai. 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: <http://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: 09 de mai. 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.
- 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

- IUCN (International Union for the Conservation of Nature). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. 2020. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 09 de mai. 2020.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological methodology. New York, NY: Harper and Row Publishers Inc., 654 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). 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. et al. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology 6:1-76.
- 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.
- REIS, N. R. et al. (Eds.). Mamíferos do Brasil. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. 437p.
- 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.
- 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. Dec. 2019. 2019. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/>. Acesso em: 09 de mai. 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.



**ANEXO III – PLANO DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIA - PAE**



# PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA CANTU 2



PCH Cantu 2

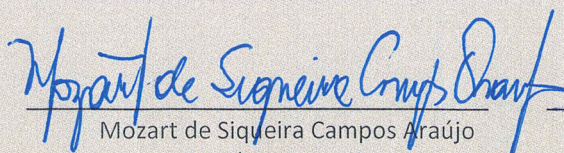
## VOLUME II

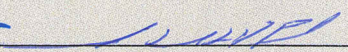
### PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE

### RELATÓRIO TÉCNICO

E225-04-RT-000-00-001-R1



  
Mozart de Siqueira Campos Araújo  
Presidente Executivo

  
Luiz Fernando F. Dias do Prado  
Responsável Técnico

Abril de 2019



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	INFORMAÇÕES GERAIS.....	2
2.1	Empreendedor .....	4
2.2	Localização do Empreendimento .....	4
2.3	Caracterização Geral do Empreendimento.....	5
3	ESTUDOS BÁSICOS.....	14
3.1	Cartografia.....	14
3.2	Hidrologia .....	15
3.3	Reservatório .....	20
3.5	Usos de Água .....	22
4	ANALISE DE RUPTURA E PLANO DE AÇÕES PREVENTIVAS.....	24
4.1	Modelo De Simulação Hidrodinâmica.....	24
4.2	Resultados da Simulação Hidrodinâmica .....	32
4.3	Mapa de Inundação.....	36
5	Plano de Ações Preventivas .....	49
5.1	Atividades de Monitoramento .....	49
6	PLANO DE AÇÃO EMERGÊNCIAL E RESPONSABILIDADES GERAIS.....	64
6.1	Plano de Ação para Situações de Emergência - PASE .....	64
6.2	Plano Municipal de Emergência - PME .....	68
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
8	ANEXOS .....	90

## 1 INTRODUÇÃO

O Programa de Gerenciamento de Riscos visa estabelecer os procedimentos operativos e organizacionais para a efetivação de ações a serem desenvolvidas na área compreendida a jusante da Pequena Central Hidrelétrica Cantu 2, que previnam eventuais desastres e possibilitem a tomada de decisões imediatas em situações de emergência.

Esse relatório atende às condições preconizadas na Política Nacional de Seguranças de Barragens, implantada pela Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, bem como às condicionantes ambientais estabelecidas no ato de licenciamento ambiental.

O Programa detalha características relevantes do empreendimento além de avaliar o risco de colapso da estrutura do barramento da Pequena Central Hidrelétrica – PCH Cantu 2. O cenário estabelecido para a análise da propagação da onda de cheia formada pela ruptura do barramento da PCH, foi determinado através de uma ruptura por *overtopping* e erosão da face de jusante da barragem de solo. Definido o cenário de ruptura, observou-se os níveis de água máximos em diversas seções do rio Cantu, traçando assim uma área de inundação provocada pelo cenário de ruptura estabelecido.

Após a definição das áreas de inundação a jusante da barragem, com o cenário de ruptura supracitado, determina-se o plano de ações preventivas, que possui o objetivo de fiscalizar o desempenho das estruturas componentes do aproveitamento, assim como as variáveis relacionadas ao gerenciamento do reservatório e ao comportamento hidrometeorológico da bacia drenada, a montante do eixo do barramento.

Após a elaboração do plano de ações preventivas, é determinado o Plano de Ações para Situações de Emergência (PAE) que tem o objetivo de orientar, disciplinar e determinar as ações a serem tomadas pelos operadores da barragem e pela gerência da PCH Cantu 2 na eventualidade da ocorrência de situações de emergência nas instalações do empreendimento, proporcionando condições necessárias para o pronto atendimento por meio do desencadeamento de ações rápidas e seguras.

Sugere-se também um plano municipal de emergência que articula as ações a serem desenvolvidas pelos Municípios de Nova Cantu, Laranjal e Altamira do Paraná com o objetivo de fornecer apoio às localidades atingidas pela onda de cheia determinada através do cenário de ruptura estabelecido, de maneira a definir possíveis núcleos e áreas de Defesa Civil.

Consistentemente, por meio deste documento fica estabelecido um plano de ações que auxilie nas tomadas de decisões em cenários de cheias pré-estabelecidos. Além disso fica descrito neste documento as ações que devem ser tomadas para o controle e fiscalização de desempenho estrutural e funcional das estruturas correlatas ao barramento da PCH Cantu 2.



## 2 INFORMAÇÕES GERAIS

A PCH Cantu 2 é o terceiro aproveitamento, de montante para jusante, identificado na Revisão dos Estudos de Inventário do Rio Cantu, aprovado por meio do Despacho Nº. 851 de 26 de dezembro de 2002.

A tabela a seguir, apresenta as principais informações dos aproveitamentos identificados nesse estudo de inventário, em destaque, as informações da PCH Cantu 2.

### Principais Características dos Aproveitamentos da Divisão de Queda do Rio Cantu

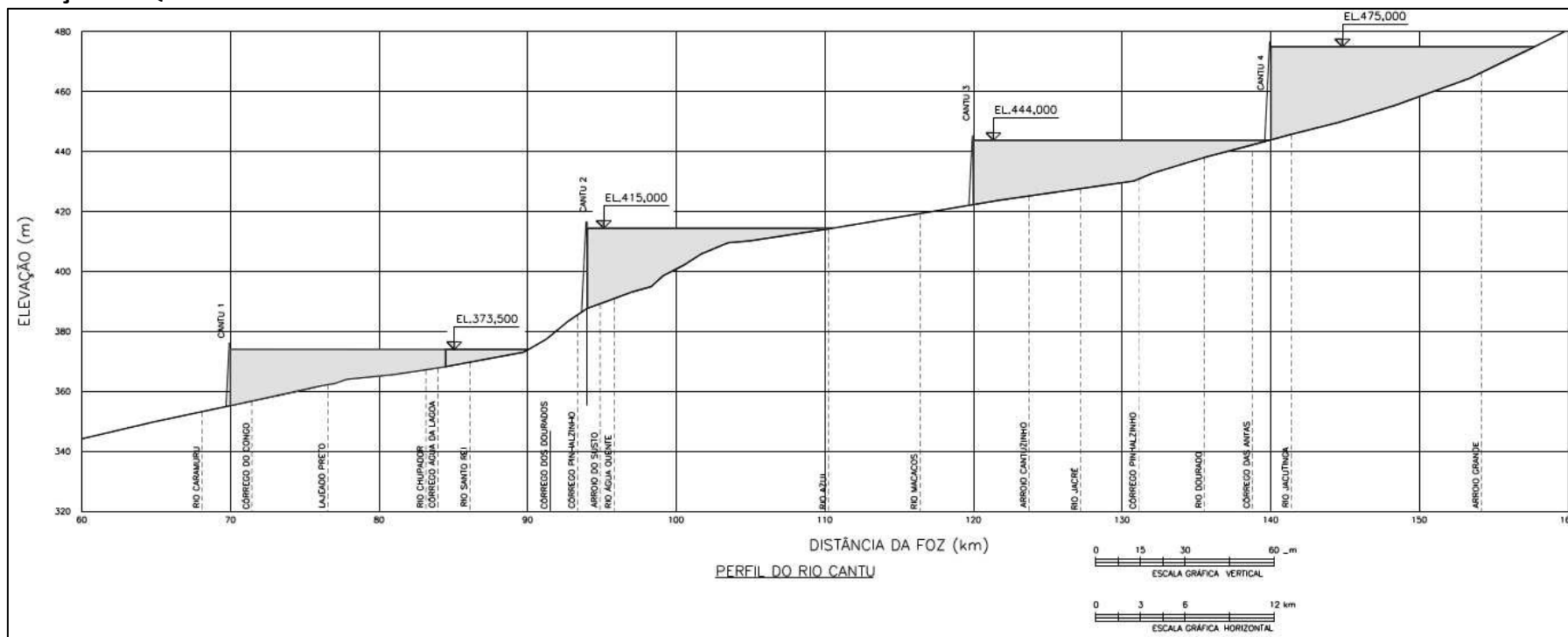
TAB 1

Característica	PCH Cantu 1	PCH Cantu 2	PCH Cantu 3	PCH Cantu 4
N.A. Máximo Normal de Montante (m)	373,50	<b>415,00</b>	444,00	475,00
N.A. Normal de Jusante (m)	347,00	<b>373,42</b>	421,00	444,00
Queda Bruta (m)	26,50	<b>41,50</b>	23,00	31,00
Queda Líquida (m)	25,00	<b>40,98</b>	22,85	30,60
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	2.057	<b>1.656,50</b>	1.045	886,00
Distância da Foz (km)	70,00	<b>94,00</b>	120,00	140,00
Área Inundada (km <sup>2</sup> )	6,10	<b>3,55</b>	3,62	3,74
Potência Instalada (MW)	15,00	<b>18,00</b>	7,00	7,00
Energia Firme (MW médios)	8,20	<b>10,80</b>	3,90	3,99
Fator de Capacidade	0,55	<b>0,60</b>	0,56	0,57

A seguir, é apresentada a Partição de Quedas do rio Cantu:

Partição de Queda do Rio Cantu

FIG 1



Posteriormente, foram desenvolvidos os estudos de Projeto Básico pela empresa COPEL AMEX S/C, entre outubro de 2001 e abril de 2002, os quais foram aprovados pela ANEEL por meio do Despacho nº170 de 18 de Janeiro de 2012.

No ano de 2013, foram realizados os estudos de Consolidação do Projeto Básico, pela empresa Geoenergy Engenharia e Serviços. Nessa ocasião foram desenvolvidos diversos levantamentos de campo adicionais.

Os dados técnicos disponibilizados no Projeto Básico e Projeto Básico Consolidado, os elementos topográficos disponíveis, e os novos levantamentos de campo realizados nesta etapa, foram utilizados na análise hidrodinâmica e de ruptura da barragem da PCH Cantu 2.

## 2.1 Empreendedor

A empresa Cantu Energética S.A, possui a autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, para explorar o Potencial Hidráulico denominado PCH Cantu 2.

## 2.2 Localização do Empreendimento

A bacia do Rio Cantu localiza-se no centroeste do Estado do Paraná, atingindo os Municípios de Campina da Lagoa, Nova Cantu, Altamira do Paraná, Laranjal, Mato Rico, Palmital, Pitanga e Santa Maria do Oeste.

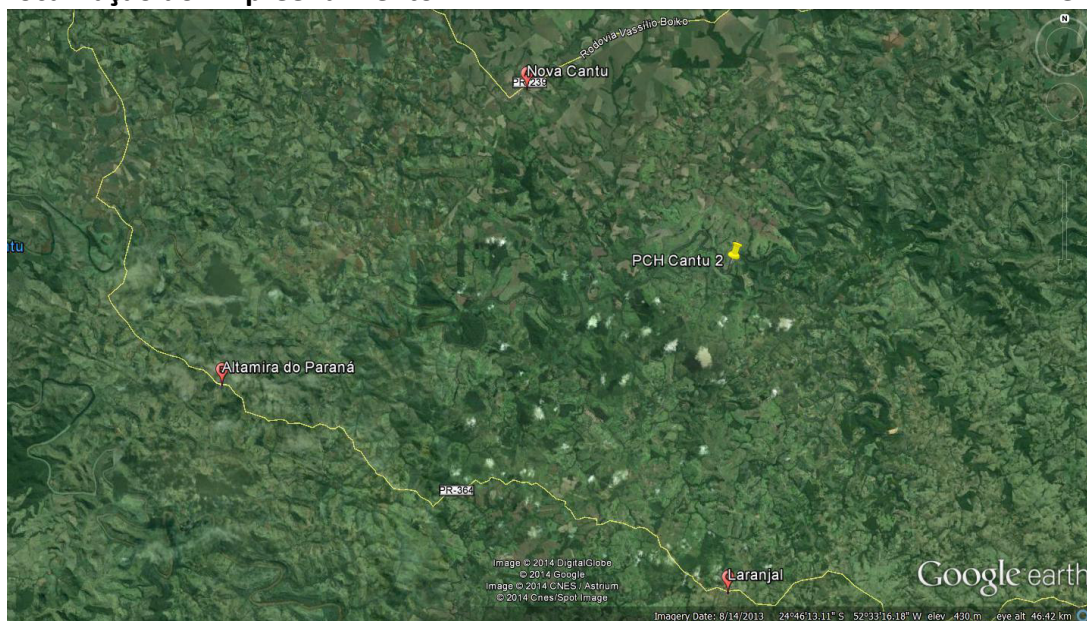
O Rio Cantu, afluente da margem direita do Rio Piquiri, nasce próximo à cidade de Pitanga–PR, percorre 226 km com sentido principal para oeste com área de drenagem de 2.957 km<sup>2</sup>. A sua foz está localizada a aproximadamente 285 km a montante da confluência do Rio Piquiri com o Rio Paraná. O Rio Cantu pode ser considerado um rio de pequeno a médio porte. O desnível total desde sua nascente (El. 480 m) até a foz (El. 320,00 m), é de 160 m.

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 Cantu 2 está localizada entre os municípios de Laranjal, Nova Cantu 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.

## Localização do Empreendimento

FIG 2



As distâncias percorridas compreendem 473 km da capital paranaense, Curitiba, até o município de Nova Cantu, percorridos principalmente através da estrada PR 460 e da PR 239, onde destes 473 km, 348 km correspondem ao trecho com início em Curitiba até Pitanga, e 125 km correspondem ao trecho com início em Pitanga até Nova Cantu.

A distância percorrida entre o município de Nova Cantu e o local do empreendimento corresponde a aproximadamente 16 km, percorridos através de vias locais.

### 2.3 Caracterização Geral do Empreendimento

As informações do empreendimento foram obtidas do Projeto Básico da PCH Cantu 2, aprovado pela ANEEL por meio do despacho nº 170, e consolidado em 2013.

A PCH Cantu 2 está localizada no rio Cantu, na Bacia 6, do rio Paraná, e Sub-Bacia 64, dos rios Paraná, Parapanema e outros, no estado do Paraná.

A PCH Cantu 2 é caracterizada como uma usina de derivação, onde as águas são transpostas do reservatório até a casa de força através de um sistema adutor composto de canal de adução, tomada de água de alta pressão e condutos forçado.

O arranjo geral das obras conta com as estruturas do barramento posicionadas em um eixo com aproximadamente 380,00 m de comprimento, que contém o vertedouro de superfície livre e a estrutura de desvio do rio na margem direita, barragem de enrocamento com núcleo argiloso no leito do rio e margem esquerda do aproveitamento.

Na tabela a seguir, estão dispostas todas as principais informações sobre o empreendimento PCH Cantu 2.

**Principais Características do Empreendimento – Projeto Básico Consolidado TAB 2**

Parâmetro	Valor
Nível d'água máximo maximorum de montante TR- 1.000 anos (m)(m)	419,86
Nível d'água máximo normal de montante(m)	415,00
Nível d'água normal de jusante sob a condição natural (m)	373,42
Nível d'água normal de jusante sob a condição de remanso (m)	374,1
Queda bruta (m)	41,5
Queda de Referência (m)	40,98
Área do reservatório no NA máx. Normal (ha)	355
Potência instalada (MW)	18
Energia Média (MW médios)	10,8
Número de unidades geradoras	3
Vazão média de longo termo (m <sup>3</sup> /s)	43,90
Vazão turbinada (m <sup>3</sup> /s)	50,07
Vazão de Projeto do Vertedouro - Q <sub>1.000 anos</sub> (m <sup>3</sup> /s)	1.932,8
Vazão Decamilenar (m <sup>3</sup> /s) - Q <sub>10.000 anos</sub>	2.358,7
Vazão de desvio do Rio 1º Etapa – Q <sub>2 anos</sub> (m <sup>3</sup> /s)	723,3
Vazão de desvio do Rio 2º Etapa – Q <sub>25 anos</sub> (m <sup>3</sup> /s)	1.247,30
Tempo de Construção (meses)	24

A PCH Cantu 2 contempla as seguintes estruturas principais:

- Barragem e Vertedouro;
- Desvio do Rio Durante a Construção;
- Canal de Adução;
- Tomada d'água;
- Conduitos Forçados;
- Casa de Força;
- Canal de Fuga;
- Subestação.

A estrutura da barragem da PCH Cantu 2 corresponde em um maciço com cerca de 250 m de comprimento executado em solo e enrocamento com altura total de 40 m, paramentos de jusante e montante com inclinações de 1V:1,3H. Haverá a execução de bermas de 7,00 m de largura e alturas de montante e jusante de aproximadamente 3,30 m e 8,30 m, respectivamente, com inclinações de 1V:2,5H.

O vertedouro, um perfil Creager com a crista na El. 415,00 m e 82,00 m de extensão, foi dimensionado para escoar a vazão milenar de 1.932,80 m<sup>3</sup>/s elevando-se o nível do reservatório para a El. 419,86 m. O vertedouro foi também verificado para a vazão decamilenar de 2.358,70 m<sup>3</sup>/s sobrelevando-se o nível do reservatório na El. 420,47 m.

A dissipação de energia será em um platô escavado em rocha na El. 410,00 m.

O Sistema de Adução é composto de Canal Adutor, Tomada d'água, Conduitos Forçados e Casa de Força.

O canal adutor da PCH Cantu 2 se desenvolve na margem direita, ao longo de aproximadamente 300 m de extensão. Tem sua cota de fundo estabelecida na El. 410,50 m e terá seu fundo praticamente todo escavado em rocha. A base terá 9,00 m de largura e a altura hidráulica para o NA Normal será de 4,5 m. No trecho em que se aproxima da tomada d'água sua cota baixa da El. 410,5 m para a El. 405,0 m, num trecho de 35 m.

A tomada d'água está localizada na margem direita do rio ao final do canal adutor, construída toda em concreto estrutural com dimensões de 13,4 m de largura e 16,4 m de altura, e será dotada de 3 vãos de 2,8 m (L) x 2,8 m (H) equipados com comportas vagão acionada por cilindro hidráulico e comporta ensecadeira na mesma dimensão.

A entrada será protegida com uma grade fina, confeccionada em barras de aço galvanizadas com abertura de 80mm posicionada numa inclinação de 1V:0,25H, com dimensões totais de 2,8 m de largura e 8,4 m de altura total.

Os três conduitos forçados, de diâmetro de 2,65 m, partem da tomada d'água e se estendem até a casa de força apoiados sobre blocos de apoio e blocos de transição, estes quando da mudança de direção, dimensionados para absorver os esforços nas rejeições de cargas.

A casa de máquinas terá dimensões totais, incluindo-se a área de montagem, de 12,90 m de largura x 46,65 m de comprimento. A sala de máquinas terá 12,90 m de largura x 46,65 m de comprimento, sendo a cota do piso de sala de máquinas na EL. 370,47 m.

A área de montagem terá um total de 103,20 m<sup>2</sup>, na EL 384,50 m, e a Sala de Comando foi projetada para ficar abrigada sobre a área das sucções na El. 384,70 m.

A PCH Cantu 2 contará com a implantação de 3 máquinas do tipo Francis Simples Horizontal, com potência total instalada de 18 MW, sendo a energia média estimada para o aproveitamento é de 10,8 MW médios. As taxas de indisponibilidade forçada e programada para a estimativa da energia assegurada são de 1% e 2%, respectivamente. O fator de capacidade do aproveitamento é, portanto, igual a 0,60.




O arranjo contará também com uma subestação elevadora. A integração da usina ao sistema elétrico da região será feita através de uma linha de transmissão em 138 kV com cerca de 52 km, saindo da subestação elevadora da usina e chegando ao ponto de conexão na SE Mamboré da COPEL.

A seguir, é apresentada a ficha técnica do empreendimento do Projeto Básico Consolidado, contendo todos os principais dados técnicos descritos anteriormente, dentre outros.

Ficha Técnica da PCH Cantu 2

FIG 3

 <span style="float: right;">FICHA-RESUMO - ESTUDOS DE VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO</span>											
NOME DA USINA:		PCH CANTU 2						DATA:		julho-13	
ETAPA:		PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO						POT. (MW):		18,00	
NOME DO(S) INTERESSADO(S):		CANTU ENERGÉTICA S/A									
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):		SERGIO GUERRA - s_guerra@terra.com.br				TEL.:		(41) 3323-7399		FAX:	
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETISTA(S):		GEOENERGY ENGENHARIA E SERVIÇOS									
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):		Eng. Rafael Fernandes Pereira / rafael.fernandes@ggeoenergy.com.br				TEL.:		(48) 3222-4262		FAX:	
<b>1. LOCALIZAÇÃO</b>											
RIO:	CANTU	BACIA:	6	SUB-BACIA:	64	DISTÂNCIA DA FOZ:		94	km		
MUNICÍPIO(S):	NOVA CANTU	UF:	PR	MUNICÍPIO(S):	LARANJAL	UF:		PR			
(BARRAGEM)	NOVA CANTU / LARANJAL	UF:	PR	(C.DE FORÇA)	NOVA CANTU	UF:		PR			
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA BARRAGEM:</b>											
LATITUDE:	24	graus	44	minutos	45	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):		S		
LONGITUDE:	52	graus	28	minutos	5	segundos	OESTE (W)				
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA CASA DE FORÇA:</b>											
LATITUDE:	24	graus	44	minutos	50	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):		S		
LONGITUDE:	52	graus	28	minutos	50	segundos	OESTE (W)				
<b>2. CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA</b>											
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:	UTM			ZONA:	22	DATUM:	SAD - 69	MC:	51° W Gr		
CARTAS E PLANTAS TOPOGRÁFICAS:	DATA:		1973 / 1974 / 1995			ESCALA:	1:100.000	FONTE:	IBGE		
FOTOS AÉREAS:	DATA:		julho/2001			ESCALA:	1:25.000	FONTE:	GEOFOTO		
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA:	ESCALA: 1:5.000, com curvas de nível distantes de 5 em 5 metros.										
<b>3. HIDROMETEOROLOGIA</b>											
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA:											
TIPO:	FLUV.	CÓD.:	64775000	ENTIDADE:	ANA	NOME:	Balsa do Cantu	RIO:	Cantu	AD (em km²):	2513,00
TIPO:	FLUV.	CÓD.:	64773000	ENTIDADE:	ANA	NOME:	Ponte Leôncio Primo	RIO:	Cantu	AD (em km²):	908,00
TIPO:	n/a	CÓD.:	n/a	ENTIDADE:	n/a	NOME:	n/a	RIO:	n/a	AD (em km²):	n/a
TIPO:	n/a	CÓD.:	n/a	ENTIDADE:	n/a	NOME:	n/a	RIO:	n/a	AD (em km²):	n/a
TIPO:	n/a	CÓD.:	n/a	ENTIDADE:	n/a	NOME:	n/a	RIO:	n/a	AD (em km²):	n/a
TIPO:	n/a	CÓD.:	n/a	ENTIDADE:	n/a	NOME:	n/a	RIO:	n/a	AD (em km²):	n/a
VAZÕES MÉDIAS MENSAS (m³/s) – PERÍODO:	Julho de 1967 a Março de 2010						TIPO DA SÉRIE (REGULARIZADA ou NATURAL):			Natural	
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
51,20	45,50	29,50	31,10	51,50	47,20	46,40	29,80	46,00	61,50	41,80	45,80
PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAS (m³/s):											
5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %
124,0	97,7	70,1	53,6	40,4	31,5	24,2	18,3	13,1	9,50	7,31	2,51
PRECIP. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:											
Julho de 1967 a Março de 2010											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
191,6	170,0	150,9	134,0	164,8	131,2	108,3	91,0	146,4	190,6	175,0	166,9
EVAPOR. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:											
Julho de 1967 a Março de 2010											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
77,7	65,2	77,8	71,9	65,2	63,7	79,7	110,3	108,4	103,3	97,3	88,7
PREC. MÉDIA ANUAL:		1956		mm		VAZÃO MLT – PERÍODO:		Julho de 1967 a Março de 2010		43,90 m³/s	
EVAP. TOTAL MÉDIA ANUAL:		1009,2		mm		VAZÃO FIRME		95% DE PERMANÊNCIA		7,31 m³/s	
EVAP. MÉDIA MENSAL:		84,1		mm		VAZÃO MÁX. REGISTRADA		jan/95		949,80 m³/s	
ÁREA DE DRENAGEM:		1657		km²		VAZÃO MÍN. REGISTRADA		mai/78		1,40 m³/s	
<b>4. RESERVATÓRIO</b>											
<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						CRISTA DA BARRAGEM:		422,5		m	
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:		300		anos		ALTURA DA BARRAGEM:		39		m	
PERÍMETRO:		km									
COMPRIMENTO:		m		No NA MÁX. NORMAL:		31		x10 <sup>6</sup> m³			
PROFUNDIDADE MÉDIA:		13		m		No NA MÍN. NORMAL:		31		x10 <sup>6</sup> m³	
PROFUNDIDADE MÁXIMA:		34		m		ÚTIL:		x10 <sup>6</sup> m³			
TEMPO DE FORMAÇÃO:		dias									
TEMPO DE RESIDÊNCIA:		dias		NA MÁX. NORMAL:		3,55		km³			
<b>NÍVEIS DE MONTANTE</b>						NA MÁX. MAXIMORUM:		6,1		km³	
NA MÁX. NORMAL:		415,00		m		NA MÍN. NORMAL:		3,55		km³	
NA MÁX. MAXIMORUM:		419,86		m		<b>VIDA ÚTIL</b>					
NA MÍN. NORMAL:		415,00		m		VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MAX. OPERATIVO):		N/A		anos	
<b>NÍVEIS DE JUSANTE</b>						VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):		300		anos	
NA NORMAL de JUSANTE:		373,5		m		VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE		11,643		t / ano	
NA MÁX. de JUSANTE:		382,6		m		CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS		N/A		mg / l	
NA MÍN. de JUSANTE:		N/A		m		PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS		0,023		t / km².ano	

ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO (em km²) - NO NA MÁX MAXIMORUM											
MUNICÍPIO (S)			UF	SUBTRAÍDA A CALHA DO RIO		NA CALHA DO RIO		TOTAL			
CURVAS											
PONTOS DAS CURVAS COTA x ÁREA x VOLUME DO RESERVATÓRIO						PONTOS DA CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA					
COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	N.A. JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)	N.A. JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)		
390	2	0,21	415	35	34,8	373,4	44,5	376,5	944,7		
395	6,5	2,03	420	61,1	60,37	373,7	88,9	376,8	1085,2		
400	9,5	4,53				374	133,4	377,2	1262,8		
405	15	9,32				374,2	177,8	377,5	1394,5		
410	21,2	16,54				376	732,5	377,7	1525,3		
POLINÔMIOS											
VOLUME x COTA (RESERVATÓRIO)					VAZÃO X N.A. JUSANTE (CANAL DE FUGA)						
COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4	COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	VALOR	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COTA X ÁREA (RESERVATÓRIO)					COTA X N.A. JUSANTE (CANAL DE FUGA)						
COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4	COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	VALOR	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5. TURBINAS											
TIPO:	FRANCIS SIMPLES		VAZÃO NOMINAL UNITÁRIA:		16,69		m³/s				
NÚMERO DE UNIDADES:	3		VAZÃO MÁXIMA TURBINADA:		50,07		m³/s				
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	6.153		kW		VAZÃO MÍNIMA TURBINADA:		8,6		m³/s		
ROTAÇÃO SÍNCRONA:	360		r.p.m.		RENDIMENTO NOMINAL:		91,7		%		
QUEDA DE REFERÊNCIA:	40,98		m		PESO TOTAL POR UNIDADE:		-		kN		
6. GERADORES											
NÚMERO DE UNIDADES:	3		FATOR DE POTÊNCIA:		0,9		-				
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	6.667		kVA		RENDIMENTO MÉDIO:		97,5		%		
TENSÃO NOMINAL:	6,9		kV		PESO DO ROTOR:		-		kg		
7. INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE INTERESSE RESTRITO À CENTRAL GERADORA (INDICATIVA)											
SUBESTAÇÃO ELEVATÓRIA - DADOS DO TRANSFORMADOR					TIPO (S.E. ou SECÇÃO L.T.):						
NÚMERO DE UNIDADES:	1		-		SE						
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	21.000		kVA		MUNICÍPIO:						
TENSÃO ENR. PRIM.:	6,9		kV		UF:						
TENSÃO ENR. SEC.:	138		kV		NOME:						
					CONCESSIONÁRIA:						
					COPEL						
LINHA DE TRANSMISSÃO					SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)						
MUNICÍPIO (S):	NOVA CANTU / MAMBORÉ				NÚMERO DE UNIDADES:		n/a		-		
UF (S):	PR				POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:		n/a		kVA		
EXTENSÃO:	52		km		TENSÃO ENR. PRIM.:		n/a		kV		
TENSÃO:	138		kV		TENSÃO ENR. SEC.:		n/a		kV		
CIRCUITO (Simples ou Duplo):	SIMPLES				SECÇÃO DE L.T. (QUANDO APLICÁVEL)						
PONTO DE CONEXÃO:					TENSÃO:						
					n/a						
A CONSTRUIR ? (sim ou não):					SIM						
					CIRCUITO (Simples ou Duplo):						
					n/a						
8. ESTUDOS ENERGÉTICOS											
QUEDA BRUTA:	41,5		m		VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:		-		m³/s		
PERDA HIDRÁULICA:	1,25		%		ENERGIA GERADA:		10,80		MW médios		
FATOR DE INDISP. FORÇADA:	1,0		%		ENERGIA FIRME:		-		MW médios		
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA:	2,0		%		PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)		n/a		MW / m³/s		
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:	89,4		%		PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)		n/a		MW / m³/s		
VAZÃO REMANESCENTE:	1,84		m³/s		PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)		n/a		MW / m³/s		
9. CUSTOS											
OBRAS CIVIS:	31.148		X 10³ R\$		SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO:		16.350		X 10³ R\$		
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:	19.539		X 10³ R\$		CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:		90.637		X 10³ R\$		
MEIO AMBIENTE:	8.973		X 10³ R\$		JUROS ANUAIS:		9,2		%		
OUTROS CUSTOS:			X 10³ R\$		PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:		30		anos		
CUSTO DIRETO TOTAL:	50.595		X 10³ R\$		O & M:		12		R\$/MWh		
CUSTOS INDIRETOS:	9.217		X 10³ R\$		CUSTO DA ENERGIA GERADA:				R\$/MWh		
CUSTO TOTAL S/ JDC:	68.785		X 10³ R\$		DATA DE REFERÊNCIA:		jul/13				
CUSTO TOTAL C/ JDC:	JDC = 9,2%		74.287,00		X 10³ R\$		TAXA DE CÂMBIO:		2,2		
								R\$/US\$			

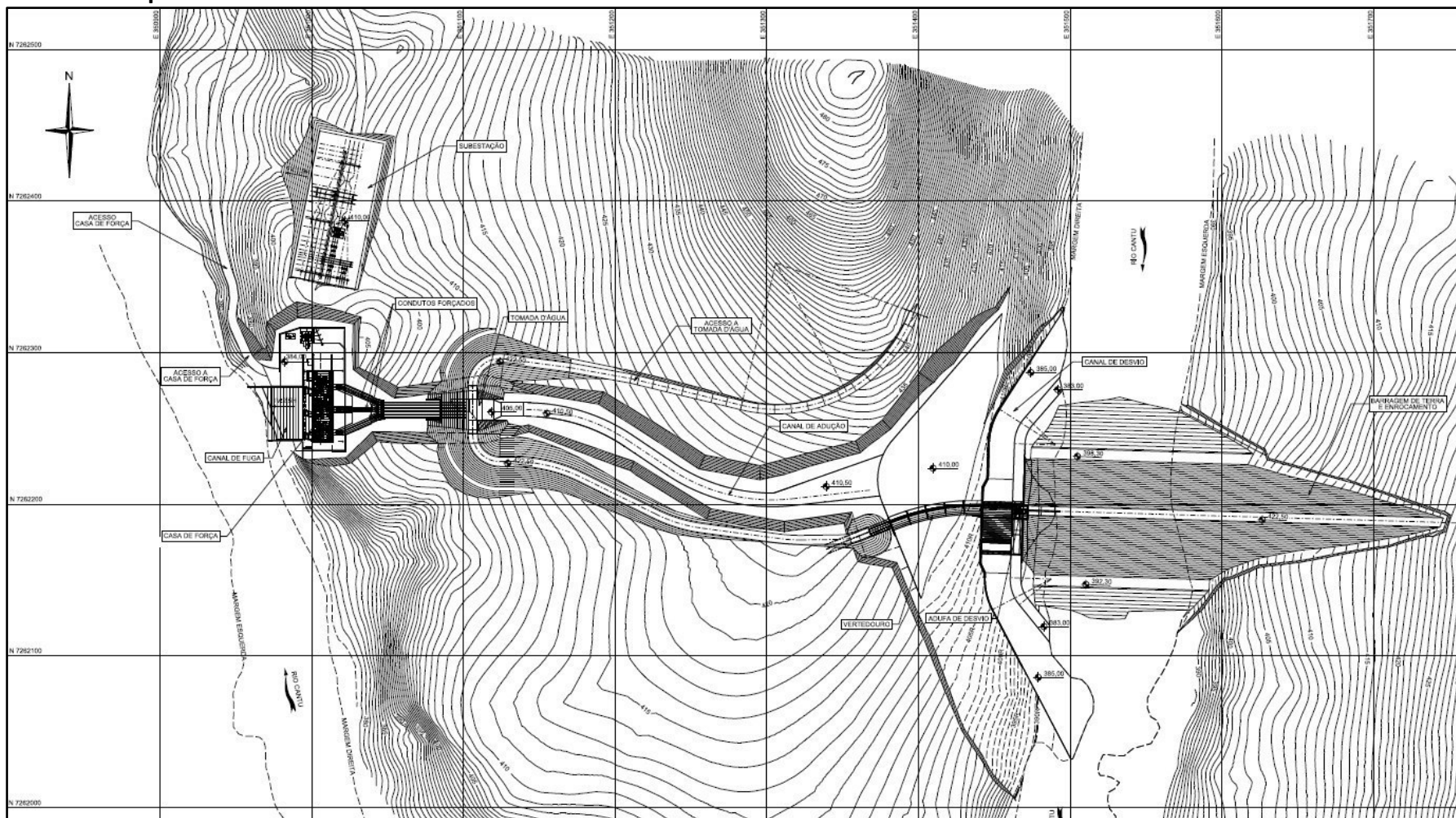
CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO (% DO CUSTO TOTAL S/ JDC)										
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
USINA (%)	55	45	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
SIST. DE TRANS. ASSOC. (%)	n/a	100	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>10. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS</b>										
<b>POPULAÇÃO ATINGIDA (Nº HABITANTES):</b>					<b>FAMÍLIAS ATINGIDAS:</b>					
URBANA:	n/a			URBANA:			n/a			
RURAL:	n/a			RURAL:			n/a			
TOTAL:	n/a			TOTAL:			n/a			
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS ? (sim ou não)	NÃO					EXTENSÃO:	n/a	km		
RELOCAÇÃO DE PONTES ? (sim ou não)	NÃO					EXTENSÃO:	n/a	km		
<b>EMPREGOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO:</b>										
DIRETOS:	200			INDIRETOS:	500					
<b>12. ASPECTOS CRÍTICOS DO EMPREENDIMENTO</b>										
NÚCLEOS URBANOS ATINGIDOS ? (sim ou não)	Não									
ÁREAS INDUSTRIAIS ATINGIDAS ? (sim ou não)	Não									
ÁREAS INDÍGENAS ? (sim ou não)	Não									
ÁREAS DE QUILOMBOLAS ? (sim ou não)	Não									
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA ? (sim ou não)	Não									
ÁREAS DE PESQUISA OU EXPLORAÇÃO MINERAL ? (sim ou não)	Não									
SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS ? (sim ou não)	Sim									
CAVERNAS ? (sim ou não)	Não									
DISPONIBILIDADE HÍDRICA ? (sim ou não)	Não									
OUTROS ? (sim ou não)	Não									
<b>13. DESCRIÇÃO SOBRE OS OUTROS USOS DA ÁGUA</b>										
NAVEGAÇÃO (sim ou não)	Não									
ABASTECIMENTO PÚBLICO (sim ou não)	Não									
TURISMO LOCAL (sim ou não)	Não									
LAZER (sim ou não)	Não									
OUTROS (sim ou não)	Não									
<b>DADOS DE ARRANJO</b>										
<b>14. DESVIO</b>										
TIPO:	ENSECADEIRAS / ADUFAS			ESCAVAÇÃO COMUM:						
VAZÃO DE DESVIO:	(TR = 25 anos)	1.247	m³/s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:						
NÚMERO DE UNIDADES:	1			ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:						
SEÇÃO:	264,5			CONCRETO (CONVENCIONAL):						
COMPRIMENTO:	19			ENSECADEIRA:						
<b>15. BARRAGEM</b>										
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	TERRA / ENROCAMENTO			CONCRETO CONVENCIONAL:						
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:	250			CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:						
ENROCAMENTO:	122.160,00			ESCAVAÇÃO COMUM:						
ATERRO COMPACTADO:	117.850,00			ESCAVAÇÃO EM ROCHA:						
FILTROS E TRANSIÇÕES:	14.904,00			VOLUME TOTAL:						
<b>16. DIQUES</b>										
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	n/a			ATERRO COMPACTADO:		n/a				
COMPRIMENTO TOTAL DA(S) CRISTA(S):	n/a			FILTROS E TRANSIÇÕES:		n/a				
ALTURA MÁXIMA:	n/a			CONCRETO CONVENCIONAL:		n/a				
COTA DA CRISTA:	n/a			CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:		n/a				
ENROCAMENTO:	n/a			VOLUME TOTAL:		n/a				
<b>17. VERTEDOURO</b>										
TIPO:	SOLEIRA LIVRE			CONCRETO (CONVENCIONAL):		10.592,00				
VAZÃO DE PROJETO:	(TR = 1000 anos)	1.932,80	m³/s	COMPORTAS:						
COTA DA SOLEIRA:	415,00			TIPO:		n/a				
COMPRIMENTO TOTAL:	82			ACIONAMENTO:		n/a				
NÚMERO DE VÃOS:	1			LARGURA:		n/a				
LARGURA DO VÃO:	82			ALTURA:		n/a				
ESCAVAÇÃO COMUM:	72.952,00			ESTRUTURA DE DISSIPACÃO DE ENERGIA:						
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	31.321,00			TIPO:		CREAGER				
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	0,00									

18. CIRCUITO HIDRÁULICO DE GERAÇÃO				
<b>CANAL DE ADUÇÃO:</b>			CONCRETO:	3050 m³
COMPRIMENTO:	315	m	<b>COMPORTAS</b>	
LARGURA / SEÇÃO:	9 / 40,50	m / m²	TIPO:	VAGÃO / ENSECADEIRA
ESCAVAÇÃO COMUM:	62.760,00	m³	ACIONAMENTO:	HIDRÁULICO / TALHA
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	14.599,00	m³	LARGURA:	2,80 m
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m³	ALTURA:	2,80 m
CONCRETO:	208,00	m³	<b>CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO</b>	
<b>CÂMARA DE CARGA:</b>			DIÂMETRO INTERNO:	n/a m
ÁREA SUPERFICIAL:	n/a	m²	ALTURA:	n/a m
SOBREVELEVAÇÃO MÁXIMA:	n/a	m	<b>CONDUTO FORÇADO</b>	
DEPLEÇÃO MÁXIMA:	n/a	m	NÚMERO DE UNIDADES:	3,00 -
<b>TOMADA D'ÁGUA:</b>			DIÂMETRO INTERNO:	2,65 m
TIPO:	CONVENCIONAL		COMPRIMENTO MÉDIO:	121,00 m
COMPRIMENTO TOTAL:	13,4	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	9,327,00 m³
NÚMERO DE VÃOS:	3	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	- m³
ESCAVAÇÃO COMUM:	-	m³	CONCRETO:	956,00 m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	790,00	m³	TRECHO BLINDADO:	152,73 t
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	-	m³		
19. CASA DE FORÇA				
TIPO:	ABRIGADA		ESCAVAÇÃO COMUM:	26,673,00 m³
NÚMERO DE UNIDADES:	3	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	41,257,00 m³
LARGURA DOS BLOCOS:	13,20	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	- m³
ALTURA DOS BLOCOS:	18,64	m	CONCRETO:	5,040,00 m³
COMPRIMENTO DOS BLOCOS:	46,65	m		
20. OBRAS ESPECIAIS				
TIPO:	n/a		ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a m³
ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m³	CONCRETO CONVENCIONAL:	n/a m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m³	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	n/a m³
21 . VOLUMES TOTAIS				
ESCAVAÇÃO COMUM:	197,801	m³	ENROCAMENTO:	159,309 m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	188,811	m³	ATERRO COMPACTADO:	134,972 m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	-	m³	CONCRETO CONVENCIONAL:	13,273 m³
SOLO:	114,194	m³	CONCRETO MASSA:	16,275 m³
22. OBSERVAÇÕES				
n/a				
23. INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DA FICHA-RESUMO				
1) A ficha deverá ser integralmente preenchida pelo interessado. Nos campos onde não se aplicar determinada informação, indicar "n/a";				
2) Durante o preenchimento deverão ser observadas as unidades estabelecidas em cada campo;				
3) As informações a serem inseridas deverão ser compatíveis com as constantes dos estudos de viabilidade e/ou projetos básicos (texto e desenhos) entregues a ANEEL;				
4) O valor de potência instalada da usina deverá atender a expressão: Potência Instalada = (nº de unidades) x (potência unitária nominal dos geradores em kVA) x (fator de potência);				
5) Não deverão ser inseridas ou excuídas linhas. Preencher apenas os campos preestabelecidos; e				
6) Todas as folhas da ficha resumo deverão ser assinadas e carimbadas pelo responsável técnico do estudo / projeto.				

Na figura a seguir está apresentado o arranjo geral da usina obtido no projeto básico consolidado:

Planta do Empreendimento

FIG 4





### 3 ESTUDOS BÁSICOS

Nos itens a seguir, estão apresentadas informações do Projeto Básico Consolidado da PCH Cantu 2, com o objetivo de fornecer as informações que subsidiem a avaliação e análise de ruptura da barragem dessa usina. As informações apresentadas a seguir referem-se a cartografia existente na região do estudo, hidrologia do rio Cantu, reservatório, vazões de dimensionamento hidráulico e usos da água.

#### 3.1 Cartografia

Para a elaboração da restituição e do perfil longitudinal do rio Cantu foram executados serviços de cobertura aerofotogramétrica, apoio terrestre, aerotriangulação e restituição aerofotogramétrica digital, ainda nos estudos de inventário.

A cobertura aerofotogramétrica, na escala 1:25.000, abrangeu aproximadamente 500 km<sup>2</sup>, de parte do rio Cantu, Estado do Paraná, afluente do rio Piquiri.

A partir da cobertura aerofotogramétrica citada anteriormente, do apoio terrestre e da aerotriangulação foi efetuada a restituição na escala 1:5.000 de aproximadamente 60 km<sup>2</sup>, de parte do rio Cantu.

A empresa GEOFOTO – Aerolevantamentos S/A, foi a empresa contratada para a restituição aerofotogramétrica.

A restituição aerofotogramétrica abrange a maior parte da área em estudo e foi executada com curvas de nível equidistantes de 5 m, utilizando-se as fotos aéreas na escala 1:25.000, obtidas do vôo GEOFOTO de Julho de 2001, encomendado pela PLENA ENERGIA S/A.

Em 2001, na etapa dos estudos de projeto básico, foram levantadas 10 seções topobatimétricas pela Paralella Engenharia, sendo que 4 dessas seções estão localizadas na barragem e canal de fuga e as demais na região do reservatório

Na etapa dos estudos de projeto básico consolidado, em 2013, foram realizados novos levantamentos de topografia de campo, tais como implantação de marcos, planimetria na região das estruturas, locação de sondagens, e foram utilizadas as seções topobatimétricas existentes e levantadas em 2001.

### 3.2 Hidrologia

Conforme dados do Projeto Básico, a caracterização do regime hidrológico de vazões, na região de interesse, foi realizada a partir de dados consistidos de cotas médias diárias hidrológica da bacia, resumos de medição de descargas, curvas chave e vazões médias diárias de estações de monitoramento da ANA – Agência Nacional de Água, obtidos no endereço eletrônico <http://hidroweb.ana.gov.br>.

A relação das estações utilizadas e suas principais características estão apresentadas na tabela a seguir. Ambas estações consideradas nos estudos localizam-se no Rio Cantu.

A localização das estações fluviométricas pode ser visualizada na sequência.

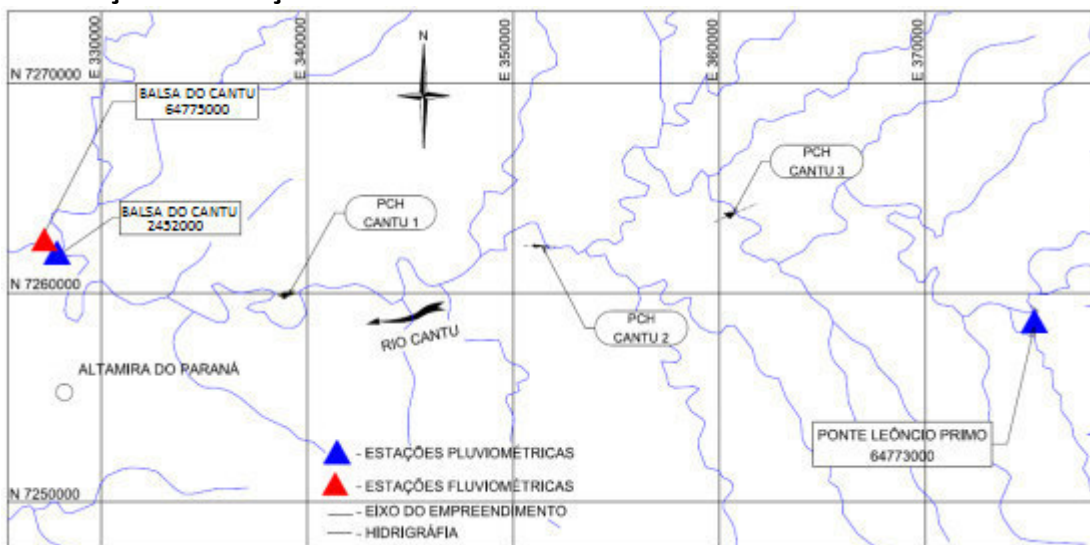
**Estações Utilizadas - PCH Cantu 2**

TAB 3

Dados das Estações		
Código	64773000	64775000
Nome	Ponte Leôncio Primo	Balsa do Cantu
Bacia	Rio Paraná	Rio Paraná
Rio	Rio Cantu	Rio Cantu
Estado	Paraná	Paraná
Município	Palmital	Altamira do Paraná
Responsável	ANA	ANA
Operadora	SUDERHSA	SUDERHSA
Latitude	-24:46:59	-24:44:55
Longitude	-52:13:59	-52:42:10
Altitude (m)	480	360
Período de Operação	Ago/78 a Mar/2010	Jul/67 a Mar/2010
AD (Km <sup>2</sup> )	908	2.513

**Localização das Estações Fluviométricas**

**FIG 5**



### 3.2.1 Serie de Vazões Médias Mensais

Para a obtenção das vazões mínimas, médias e máximas foi necessário a regionalização dos dados obtidos das estações.

A regionalização foi executada em função da área de drenagem do ponto de interesse, que neste caso compreende ao ponto da seção do eixo do barramento.

Os valores obtidos após a regionalização dos dados para a seção do empreendimento PCH Cantu 2 foram os seguintes:

#### Vazões Características – PCH Cantu 2

**TAB 4**

Vazões Características	Vazões (m <sup>3</sup> /s)
Vazão média mensal mínima	2,50
Vazão média mensal máxima	221,70
Vazão média mensal média (QMLT)	43,90

### 3.2.2 Permanência

Da curva de permanência foram extraídas as vazões características correspondentes às porcentagens de tempo no local da PCH Cantu 2. Estas vazões são apresentadas a seguir:

Vazões Características – Curva de Permanência

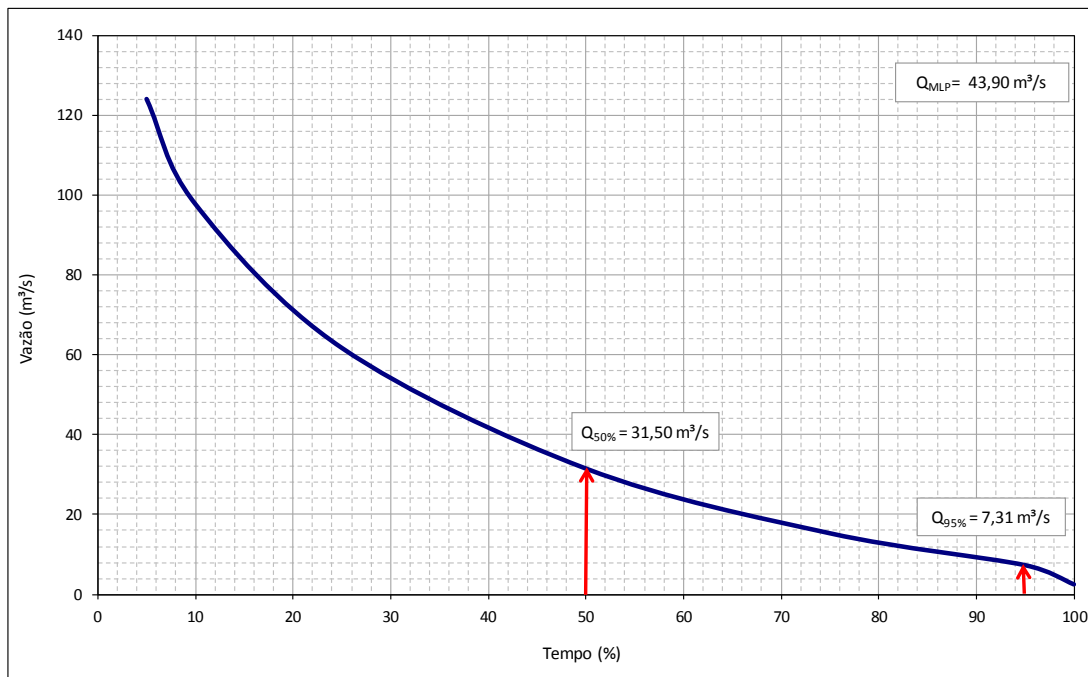
TAB 5

Porcentagem de Tempo (%)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
100	
95	7,31
75	15,30
50	31,50
25	61,70
10	97,70
5	124,00

A curva de permanência para o eixo do aproveitamento, obtida através das vazões médias mensais versus frequências acumuladas, é apresentada na figura abaixo.

Curva de Permanência da PCH Cantu 2

FIG 6



FONTE: Estudos Hidrológicos/Projeto Básico Consolidado.

### 3.2.3 Vazão Remanescente

A vazão mínima remanescente, conhecida como vazão ecológica, é de 50% da Q<sub>7,10</sub> (vazão mínima média de 7 dias com 10 anos de recorrência). O valor obtido para a Q<sub>7,10</sub> foi de 1,84m<sup>3</sup>/s, o que resulta na vazão ecológica de 0,92 m<sup>3</sup>/s.

### 3.2.4 Vazões Máximas

O estudo de vazões máximas do Rio Cantu, na seção do empreendimento, objetivou a definição das vazões de pico e das cheias de projeto necessárias para os estudos de desvio do rio, para o dimensionamento do vertedouro, bem como estabelecer as cotas de proteção das estruturas na casa de força.

A série de descargas máximas anuais foi obtida a partir da série regionalizada, conforme descrito anteriormente.

A seguir, é apresentada a série de vazões máximas anuais na seção.

**Série de Vazões Máximas Anuais na Seção de Implantação da PCH Cantu 2 TAB 6**

Ano	Q (m <sup>3</sup> /s)	Ano	Q (m <sup>3</sup> /s)	Ano	Q (m <sup>3</sup> /s)
1968	390,3	1982	688,5	1996	572,5
1969	515,0	1983	796,7	1997	563,9
1970	495,2	1984	643,0	1998	886,2
1971	455,0	1985	523,3	1999	387,3
1972	455,0	1986	641,2	2000	390,3
1973	796,7	1987	806,5	2001	496,9
1974	479,0	1988	450,3	2002	862,0
1975	365,2	1989	474,2	2003	258,1
1976	548,5	1990	900,4	2004	563,9
1977	371,0	1991	387,3	2005	812,3
1978	498,5	1992	659,2	2006	425,3
1979	605,6	1993	890,2	2007	439,3
1980	396,3	1994	679,3	2008	818,2
1981	677,5	1995	949,8	2009	844,0

A série de descarga máxima foi submetida a uma análise de frequência de cheias, considerando as distribuições de probabilidade Log Normal 2, Gumbel, Normal, e Exponencial 2.

Para verificação de adequação de ajuste destas distribuições, foi utilizado um teste de aderência chamado ProbabilityPlotCorrelationCoefficientTest, ou apenas PPCC (STEDINGER et al., 1993). O teste do PPCC estima o coeficiente de correlação entre as observações padronizadas ordenadas  $x(i)$ , com  $[x_{(1)} \geq x_{(2)} \geq \dots \geq x_{(n)}]$  e os quantis  $w(i)$  correspondentes à posição de plotagem das observações ordenadas. Este teste possui a vantagem de fornecer uma mensuração do grau de ajuste pelo cálculo do coeficiente de correlação R, dado pela equação:

$$R = \frac{\sum(x_{(i)} - x_{med})(w_{(i)} - w_{med})}{\left[\sum(x_{(i)} - x_{med})^2 \sum(w_{(i)} - w_{med})^2\right]^{0,5}}$$

A seguir, estão apresentados os coeficientes “R” obtidos para cada distribuição.

**Coeficiente “R” de Adequação de Ajuste de Distribuição de Vazões Máximas**

TAB 7

Distribuição	R
Log Normal	0,981
Normal	0,973
Gumbel	0,966
Exponencial	0,926

Segundo a metodologia o melhor ajuste resulta em um maior coeficiente de correlação, nesse caso foi a distribuição Log Normal. No entanto o teste realizado verifica o ajuste das distribuições à série de dados disponíveis. Para valores extremos, acima de 50 anos, o tramo superior das curvas de distribuição apresentam fortes divergências.

A distribuição Exponencial resultou em seu limite superior em uma curva ascendente, contrariando a realidade física da bacia. A distribuição Normal apresentou uma cauda assintótica, que até poderia ser considerada razoável, no entanto para a escolha dessa distribuição seria prudente se munir de opiniões de pesquisadores locais, infelizmente indisponíveis.

As distribuições de Gumbel e Log Normal representam um meio termo entre os extremos das distribuições analisadas, e resultaram em valores de vazões muito próximos. Nesse trabalho foi selecionada a distribuição de Gumbel como referência.

A vazão máxima é obtida pela série histórica que representa a média de duas observações diárias, podendo subestimar a vazão máxima instantânea. Para o projeto deseja-se conhecer a vazão máxima instantânea. A diferença entre o máximo instantâneo e o máximo diário pode estar relacionado ao tamanho da bacia. Nesse estudo para a determinação do pico instantâneo das cheias de projeto foi utilizando o método proposto por Fuller (1914), que consiste no uso da equação:

$$Q_{Pico} = Q_{Máx} \left(1 + \frac{2,66}{AD^{0,3}}\right)$$

Sendo: Ad= área de drenagem, em km<sup>2</sup>



Na adoção da equação, para a área de drenagem da PCH Cantu 2, equivalente a 1.657 km<sup>2</sup>, foi obtida a relação:

$$Q_{Pico} = 1,29. Q_{Máx}$$

A seguir, estão apresentados os valores obtidos das cheias máximas e picos instantâneos, para diferentes tempos de recorrência.

### Vazões Máximas e Pico Instantâneo

TAB 8

Tempo de Recorrência (anos)	Vazões de Referência	
	Cheia Média Diária (m <sup>3</sup> /s)	Pico Instantâneo (m <sup>3</sup> /s)
2	561,6	723,3
5	724,4	932,9
10	832,1	1.071,6
20	935,5	1.204,7
25	968,3	1.247,0
50	1.069,3	1.377,0
100	1.169,6	1.506,2
500	1.401,3	1.804,5
1.000	1.500,9	1.932,8
10.000	1.831,6	2.358,7

## 3.3 Reservatório

### 3.3.1 Regularização de Descargas

Dado que a PCH Cantu 2 opera a fio d'água, não há acumulação do volume d'água em seu reservatório, logo as vazões afluentes ao reservatório são as mesmas disponíveis para turbinamento, sem efeito de regularização.

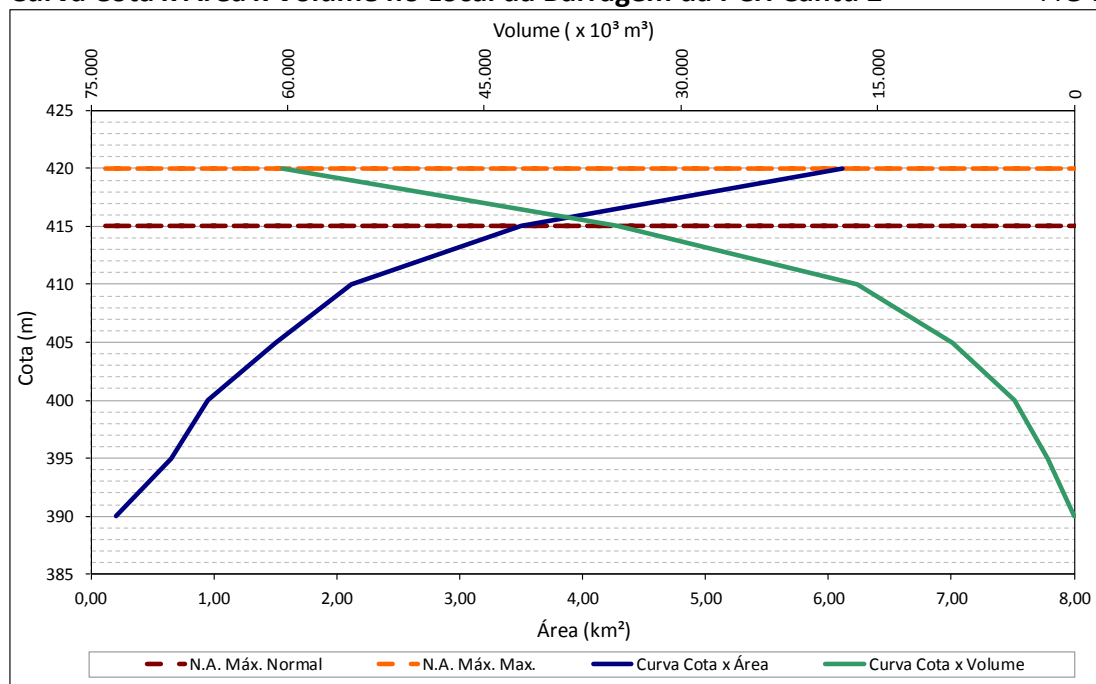
### 3.3.2 Curva Cota x Área x Volume

A área de inundação do reservatório da PCH Cantu 2 no N.A. máximo normal (El. 415,00), é igual a 3,55 km<sup>2</sup>. Para o N.A. máximo maximorum (El. 419,86), calculado a partir da vazão milenar, a área de inundação é igual a 6,11 km<sup>2</sup>, que se encontra inserida na área de proteção permanente, para a faixa de 100 metros a partir do N.A. máximo normal.

A curva Cota x Área x Volume na seção do barramento é apresentado no gráfico da figura a seguir.

**Curva Cota x Área x Volume no Local da Barragem da PCH Cantu 2**

**FIG 7**



FONTE: Estudos Hidrológicos/Projeto Básico Consolidado.

**Relação Cota x Área e Cota x Volume**

**TAB 9**

Cota (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Volume (hm <sup>3</sup> )
390	0,2	210.000	0
395	0,65	2.030.000	2,03
400	0,95	4.530.000	4,53
405	1,5	9.320.000	9,32
410	2,12	16.540.000	16,54
415	3,5	34.800.000	34,80
420	6,11	60.370.000	60,37

### 3.4 Vazões de Dimensionamento Hidráulico

Os estudos das vazões de cheia de projeto indicaram para o local da PCH Cantu 2 os seguintes valores para as vazões de dimensionamento das adufas e do vertedouro. A vazão determinada para o dimensionamento do vertedouro corresponde a um tempo de recorrência de 1.000 anos, sendo que o mesmo foi verificado também, para uma vazão com um tempo de recorrência de 10.000 anos. Já para as adufas de desvio, a vazão de projeto foi considerada a correspondente a um período de 25 anos. A

tabela a seguir, apresenta os valores de vazão relacionados com o tempo de recorrência supracitados:

**Vazões de Projeto** TAB 10

Estrutura (Tempo de Recorrência)	(m <sup>3</sup> /s)
Vertedouro (TR = 1.000 anos)	1.932,80
Vertedouro (TR = 10.000 anos)	2.358,70
Desvio do Rio (TR = 25 anos)	1.247,30

### 3.4.1 Probabilidade de Ocorrência de Eventos Extremos

A probabilidade de uma determinada cheia ocorrer ou ser ultrapassada num ano qualquer é o inverso do tempo de retorno  $P = \frac{1}{TR}$ , e a de não acontecer é  $p = 1 - P$ .

A probabilidade de ocorrer pelo menos uma cheia que se iguale (ou exceda) àquela de período de retorno TR, num intervalo de “n” anos qualquer pode ser dada pela equação abaixo:

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n$$

O risco adotado pelo projeto da obra hidráulica do PCH Cantu 2 está apresentado na tabela a seguir:

**Risco de Ocorrência do Evento de Projeto com Tempo de Retorno TR (%)** TAB 11

TR (anos)	Período de Vida da Estrutura (em anos)			
	1	10	25	50
500	0,20	1,98	4,88	9,52
1.000	0,10	0,99	2,47	4,88
10.000	0,01	0,10	0,25	0,50

É importante ressaltar que os riscos assumidos pelo projeto são significativamente pequenos, ou seja, para um tempo de retorno adotado os riscos de ocorrerem cheias maiores ou iguais à cheia do projeto variam de 0,01% a 0,5% considerando aos diferentes períodos de vida útil do empreendimento.

## 3.5 Usos de Água

A jusante da PCH Cantu 2, especificamente no trecho de implantação do empreendimento PCH Cantu 1, não foi identificado nem um uso das águas por parte

das propriedades lindeiras, bem como industriais e de serviço de abastecimento público.

## 4 ANALISE DE RUPTURA E PLANO DE AÇÕES PREVENTIVAS

Existem dois tipos básicos de ondas de cheia: ondas geradas por escoamento superficial (precipitação ou degelo) e ondas geradas pela ruptura de barragens. A magnitude do pico de vazão de uma onda causada pela ruptura de uma barragem, ou pelo escoamento superficial em condições hidrológicas extremas, é geralmente muito maior que a cheia histórica observada no local de interesse. Isso faz com que seja necessário extrapolar os valores de alguns coeficientes utilizados nos modelos de propagação de cheias, tornando muito difícil uma calibragem precisa nesses casos. Outras características do escoamento resultante da ruptura de uma barragem são o curto intervalo de tempo entre o início do aumento da vazão e o pico do hidrograma, além da pequena duração da onda de cheia.

Para a análise de propagação de cheias, podem ser utilizados o método hidrológico e o modelo hidráulico. Os métodos hidrológicos, geralmente utilizados por razões de conveniência e economia, fornecem resultados menos precisos que os hidráulicos, sendo de caráter mais empírico. São aplicáveis a casos nos quais a onda de cheia não apresenta variação rápida, além de apresentar magnitude e forma semelhante a outras ondas já observadas no canal e utilizadas para calibragem do modelo. Os modelos hidráulicos, por outro lado, têm caráter mecanicista, levando em conta os aspectos físicos envolvidos no processo. O modelo empregado no presente trabalho se enquadra nessa segunda categoria.

### 4.1 Modelo De Simulação Hidrodinâmica

O presente trabalho utiliza o modelo computacional FloodWave (FLDWAV), desenvolvido pelo NationalWeatherService (NWS) dos Estados Unidos. O modelo FLDWAV é sucessor dos modelos Dynamic Wave Operational Model (DWOPER) e Dam-Break Flood Forecasting Model (DAMBRK), combinando as características de ambos e oferecendo opções anteriormente não disponíveis. O modelo FLDWAV foi testado em mais de 160 casos antes de ser distribuído ao público em geral (<http://www.ntis.gov>). A seguir, são apresentadas as principais características desse modelo, podendo-se obter maiores informações no trabalho de Fread e Lewis (1998).

O modelo FLDWAV é um modelo de simulação hidrodinâmica para o estudo de propagação de cheias que utiliza as equações unidimensionais completas de Saint-Venant para escoamento não permanente. O modelo permite a consideração de:

- estruturas internas como barragens, soleiras, pontes e diques laterais;
- condições de contorno nas extremidades de montante e jusante;
- escoamentosubcrítico, supercrítico ou combinação de ambos;

- escoamento de fluido Newtoniano ou não-Newtoniano;
- hidrograma de cheia fornecido pelo usuário ou gerado automaticamente pelo modelo a partir de dados da brecha;
- redes de canais.

Como resultado o modelo fornece profundidade, velocidade e vazão no trecho em estudo ao longo do tempo, instante de chegada da onda de cheia em seções de interesse e níveis de cheia no vale inundado.

#### 4.1.1 Dados de Entrada

Dentre as incertezas existentes em um estudo de propagação de onda de cheia devido a ruptura de uma barragem, um critério determinante compreende na definição do trecho em que se estudará a propagação e abatimento da onda de cheia. No estudo referente a ruptura da barragem da PCH Cantu 2, o trecho para estudo foi determinado desde o eixo da PCH Cantu 2, até a ponte da rodovia PR-364 a aproximadamente 65 km de distância do eixo do barramento, a fim de se estudar se a PR-364 poderia ser utilizada como rota de fuga, ou acesso, as áreas atingidas pela onda de cheia.

Os dados utilizados para modelagem hidrodinâmica do rio Cantu, no trecho de jusante da Barragem da PCH Cantu 2, foram:

- 4 seções topobatimétricas apresentadas no Projeto Básico PCH Cantu 2, elaboradas pela Paralella Engenharia, em Outubro de 2001, localizada na barragem e canal de fuga;
- 12 seções topobatimétricas apresentadas no Projeto Básico da PCH Cantu 1, elaboradas pela CHP Topografia, em Janeiro de 2009, localizadas ao longo de todo o aproveitamento. A PCH Cantu 1 está localizada imediatamente a jusante da PCH Cantu 2;
- 24 novas seções topobatimétricas, localizadas a jusante da PCH Cantu 1, realizadas para esta etapa de estudos e levantadas pela empresa Mappa Engenharia, em dezembro de 2014.

Os valores de coeficiente de Manning ( $n$ ), adotados nas simulações, foram obtidos com base nas informações disponíveis no Projeto Básico, sendo: 0,035 para a calha do rio e 0,05 para os níveis acima da linha de água.

Na simulação de ruptura também foram utilizadas informações obtidas da Curva Cota x Área x Volume, apresentada no item 3.3.2 e consolidada neste presente estudo de análise de ruptura.

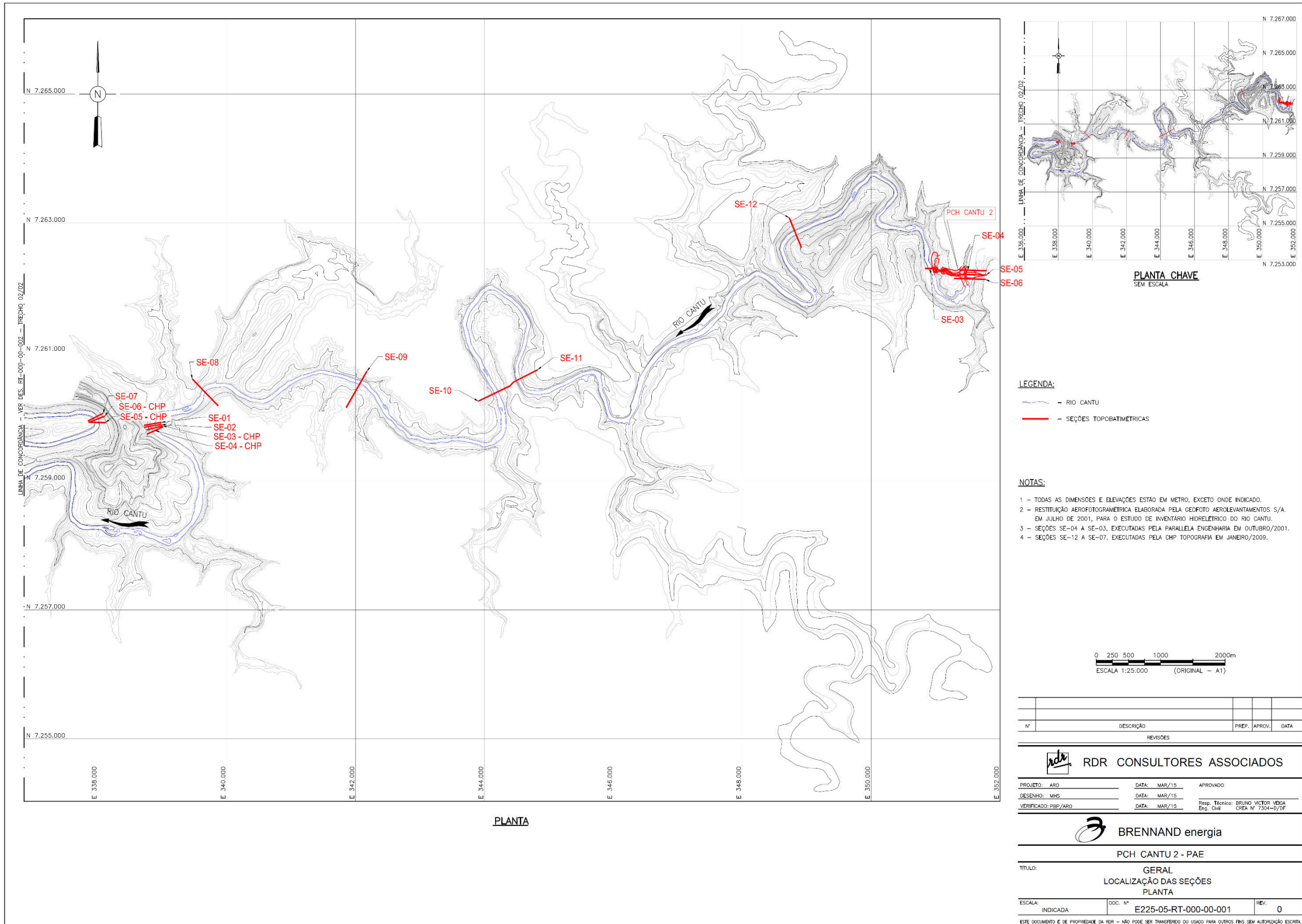


As seções transversais utilizadas para a modelagem do cenário de ruptura proposto são apresentadas nos desenhos, a seguir, e descritas na tabela abaixo:

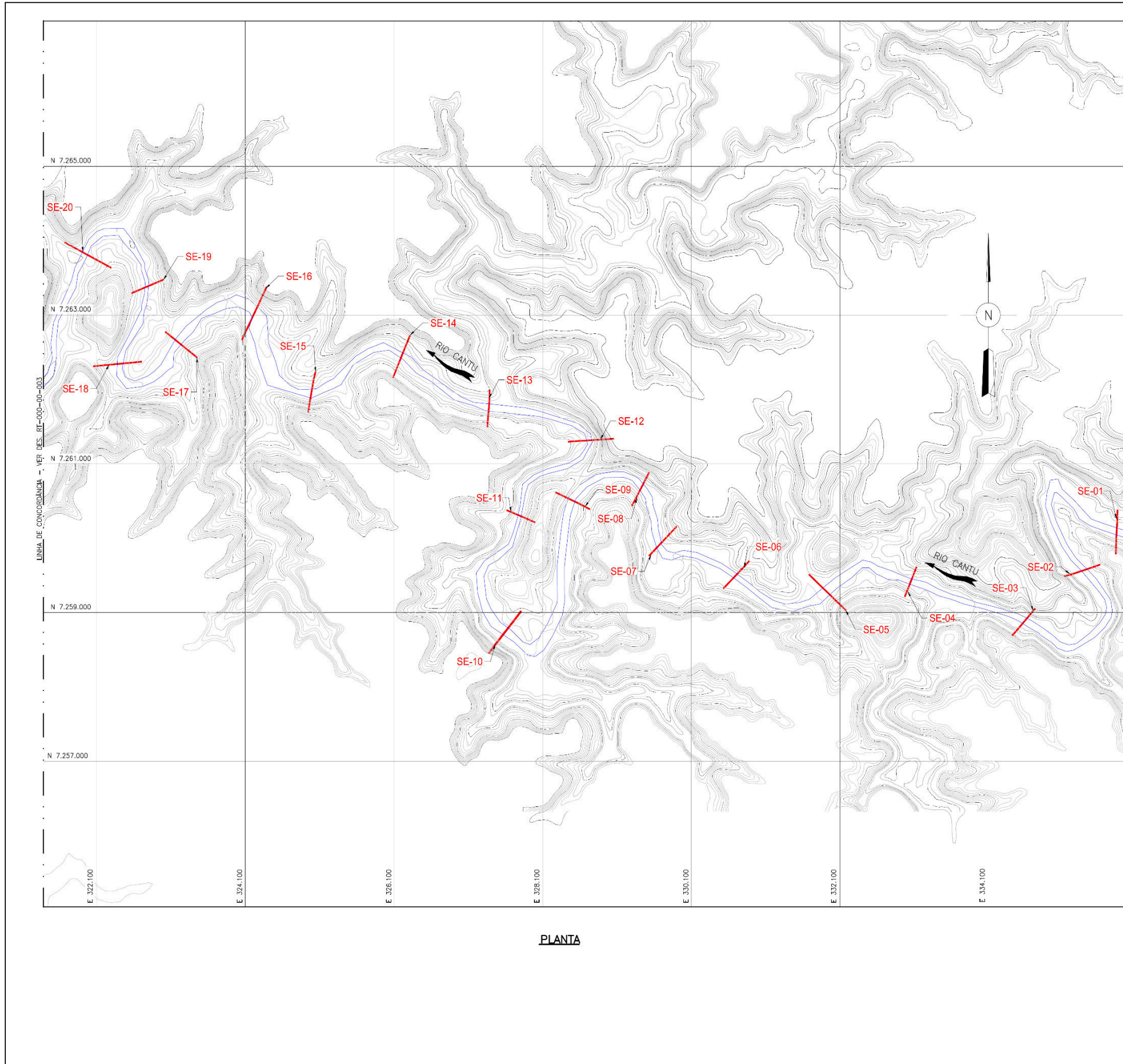
**Localização, Seções e Distâncias do Eixo da Barragem da PCH Cantu 2** TAB 12

Localização da Seção Região do Aproveitamento	Seção	Distancia da Barragem da PCH Cantu 2 (km)
PCH Cantu 2	SE-05	0,000
PCH Cantu 2	SE-06	0,067
PCH Cantu 2	SE-03	1,197
PCH Cantu 1	SE-12	5,094
PCH Cantu 1	SE-11	13,040
PCH Cantu 1	SE-10	16,687
PCH Cantu 1	SE-9	20,014
PCH Cantu 1	SE-8	22,689
PCH Cantu 1	SE-01	23,728
PCH Cantu 1	SE-02	23,758
PCH Cantu 1	SE-03	23,795
PCH Cantu 1	SE-04	23,836
PCH Cantu 1	ST-05	32,016
PCH Cantu 1	ST-06	32,064
PCH Cantu 1	ST-07	32,102
Jusante Cantu 1	Seção 01	34,198
Jusante Cantu 1	Seção 02	36,652
Jusante Cantu 1	Seção 03	38,880
Jusante Cantu 1	Seção 04	40,534
Jusante Cantu 1	Seção 05	41,934
Jusante Cantu 1	Seção 06	43,302
Jusante Cantu 1	Seção 07	44,470
Jusante Cantu 1	Seção 08	45,502
Jusante Cantu 1	Seção 09	46,595
Jusante Cantu 1	Seção 10	49,352
Jusante Cantu 1	Seção 11	51,119
Jusante Cantu 1	Seção 12	52,808
Jusante Cantu 1	Seção 13	54,424
Jusante Cantu 1	Seção 14	55,807
Jusante Cantu 1	Seção 15	57,332
Jusante Cantu 1	Seção 16	58,851
Jusante Cantu 1	Seção 17	60,111
Jusante Cantu 1	Seção 18	61,396
Jusante Cantu 1	Seção 19	62,660
Jusante Cantu 1	Seção 20 <sup>(1)</sup>	64,037 <sup>(1)</sup>
Jusante Cantu 1	Seção 21	70,638
Jusante Cantu 1	Seção 22	78,265
Jusante Cantu 1	Seção 23	84,813
Jusante Cantu 1	Seção 24	92,410

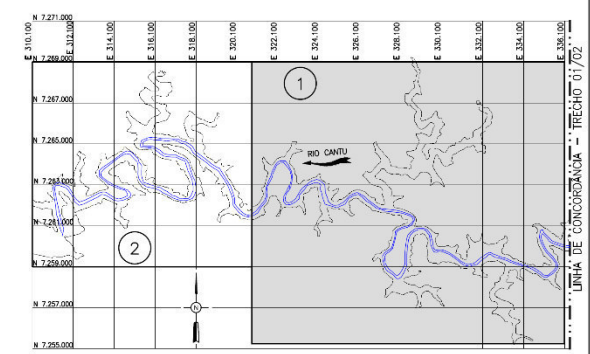
NOTA: (1) Seção Topobatimétrica na Região da Ponte – PR 364







**PLANTA**



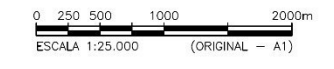
**PLANTA CHAVE**  
SEM ESCALA

**LEGENDA:**

- RIO CANTU
- SEÇÕES TOPOBIMÉTRICA

**NOTAS:**

- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ESTIMADO.  
FONTE: www.webmgit.com.br/mpe/topodata - QUADRÍCULA: 24554
- 3 - SEÇÕES TOPOBIMÉTRICAS LEVANTADAS PELA MAPPA EM DEZEMBRO/2014.

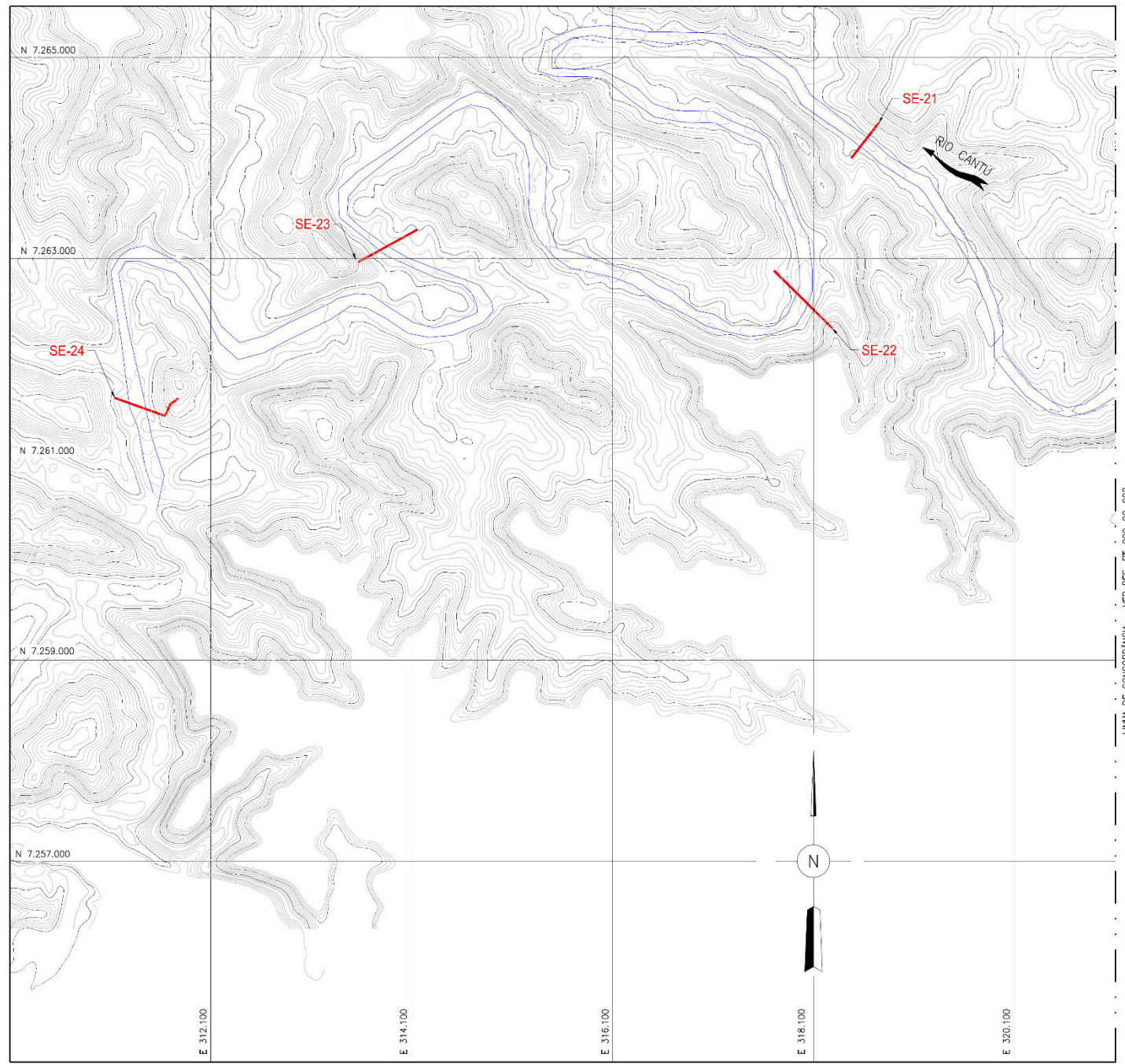


Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				

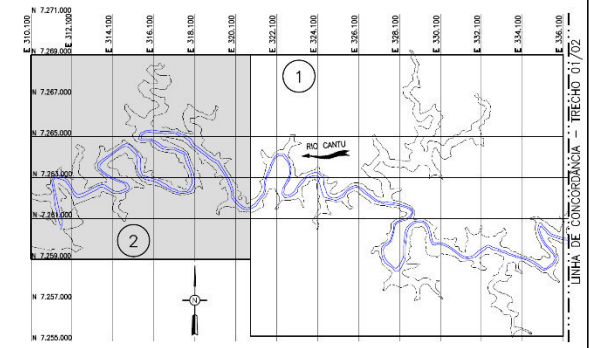
<b>RDR CONSULTORES ASSOCIADOS</b>		
PROJETO: ARG	DATA: MAR/15	APROVADO
DESENHO: VMO	DATA: MAR/15	
VERIFICADO: PBP/ARG	DATA: MAR/15	Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEIGA Eng. Civil CREA Nº 7304-D/DF

<b>BRENNAND energia</b>		
<b>PCH CANTU 2 - PAE</b>		
TÍTULO: GERAL LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES - TRECHO 2 PLANTA		
ESCALA: INDICADA	DOC. Nº: E225-05-RT-000-00-002	REV. 0
ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA.		





PLANTA



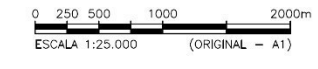
PLANTA CHAVE  
SEM ESCALA

LEGENDA:

- RIO CANTU
- SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICA

NOTAS:

- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ESTIMADO.
- 3 - SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS LEVANTADAS PELA MAPPA EM DEZEMBRO/2014.



Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				

RDR CONSULTORES ASSOCIADOS

PROJETO: ARO DATA: MAR/15 APROVADO  
 DESENHO: VMO DATA: MAR/15  
 VERIFICADO: PBP/ARO DATA: MAR/15 Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEGA Eng. Civil CREA Nº 7304-D/DF

BRENNAND energia

PCH CANTU 2 - PAE

TÍTULO: GERAL  
LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES - TRECHO 2  
PLANTA

ESCALA: INDICADA DOC. Nº E225-05-RT-000-00-003 REV. 0

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

#### 4.1.2 Critérios da Simulação

A barragem avaliada é de terra, enrocamento com núcleo argiloso, com crista de 250 m de comprimento, altura máxima de 39 m, crista na El. 422,5 m, cheia decamilar cujo pico é 2.358,70 m<sup>3</sup>/s.

A ruptura das barragens de terra geralmente ocorre por erosão da face de jusante após overtopping, como é característico quando há cheias superiores àquelas estimadas no projeto. Para início dessa erosão, considera-se que o escoamento deve apresentar velocidade mínima igual à necessária para transportar o material do enrocamento na face de jusante. Essa velocidade é dada pela equação de Izbash (Izbash&Khaldre, 1970) (eq. 1).

$$V = 0,86 \sqrt{2g \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} d} \quad (1)$$

Onde  $V$  é a velocidade mínima necessária para transportar a partícula de diâmetro  $d$  e peso específico  $\gamma_s$  em um fluido de peso específico ( $\gamma$ ) em local onde a aceleração da gravidade vale  $g$ .

Considerando o presente caso, com  $\gamma_s=2,65\gamma$ , e  $g=9,81 \text{ m.s}^{-2}$ , a expressão fica:

$$V = 4,893\sqrt{d} \quad (2)$$

que fornece a velocidade necessária para arrastar uma partícula de diâmetro  $d$ .

Além disso, o escoamento sobre a barragem, em função do fenômeno de overtopping, pode ser caracterizado como escoamento sobre vertedouro de parede espessa, onde a velocidade verificada é igual à velocidade crítica:

$$V = \sqrt{gy} \quad (3)$$

onde  $y$  é a profundidade sobre o vertedouro (aqui, a altura de overtopping). Assim, pode-se definir a altura mínima de água sobre a barragem a fim de que se inicie o processo de erosão da face de jusante:

$$\sqrt{gy_{min}} = 4,893\sqrt{d} \quad (4)$$

ou,

$$y_{min} = 2,44d \quad (5)$$

que define a carga mínima sobre a barragem para que se inicie o processo de ruptura.

Nas barragens de concreto, a ruptura normalmente ocorre por deslocamento de porções monolíticas formadas durante a construção. Já nas barragens de concreto em arco, a ruptura geralmente é total. Em ambos os casos o tempo de ruptura é de alguns minutos, ou seja, a ruptura é praticamente instantânea para as barragens de concreto.

Na modelagem computacional, é necessário, ainda, caracterizar a brecha (“buraco” na barragem) esperada através de dois parâmetros:

- a largura  $b$  da brecha no fundo (menor largura de uma brecha trapezoidal);
- tempo necessário  $\tau$  para desenvolvimento da brecha.

Segundo Fread e Lewis (1998), esses parâmetros podem ser estimados (em unidades inglesas) por:

$$b = 9,5k_0(V_r h_d)^{0,25} - z h_d \quad (6)$$

$$\tau = 0,59 \frac{V_r^{0,47}}{h_d^{0,9}} \quad (7)$$

Onde

- $k_0 = 1,0$  para ruptura por overtopping;
- $V_r =$  volume do reservatório ( $74,62 \text{ hm}^3 = 60519,52 \text{ acre-ft}$  na cota 422,8 m);
- $h_d =$  altura da barragem (39 m = 127,95 ft);
- $z =$  declividade do talude lateral da brecha (1:1, com ângulo de atrito de  $45^\circ$ );
- $b =$  largura do fundo da brecha;
- $\tau =$  tempo para formação da brecha (h).

Resultados experimentais mostram uma variação de 54% para a largura da brecha e de 70% para o tempo de formação, em relação aos valores previstos pelas equações 6 e 7, que são empíricas.



Em função das características da PCH analisada foram utilizados na modelagem os seguintes valores:

$b = 71$  m (brecha mínima) e  $254$  m (brecha máxima para que o topo da brecha fique limitado ao comprimento da crista da barragem,  $332$  m =  $250$  m barragem +  $82$  m vertedor);

$\tau = 0,4$  h (ruptura rápida) e  $4,54$  h (ruptura lenta).

É importante frisar que o presente estudo visa estabelecer as consequências da possível ruptura da barragem da PCH Cantu 2, tendo-se simulado condições críticas de operação e manutenção do empreendimento que levassem a essa ruptura, tendo-se imposto a ocorrência de ruptura logo após ter sido atingido o respectivo nível máximo de  $30$  cm m acima da cota da crista da barragem.

Os casos analisados, cujos resultados são descritos no item a seguir, foram:

- Ruptura rápida  $\tau = 0,4$  h;  $b = 250$  m;
- Ruptura lenta  $\tau = 4,54$  h;  $b = 71$  m.

## 4.2 Resultados da Simulação Hidrodinâmica

Conforme apresentado anteriormente, foram simulados dois cenários de ruptura da barragem do aproveitamento PCH Cantu 2.

O primeiro cenário foi determinado com a utilização de parâmetros definidores e caracterizadores de uma brecha com formação lenta, e o segundo cenário foi determinado com a utilização de parâmetros definidores e caracterizadores de uma brecha com formação rápida.

Em cada uma das simulações observou-se diferentes níveis e abatimentos da onda de cheia.

**Resultantes da Simulação de Ruptura Lenta da Barragem da PCH Cantu 2**

**TAB 13**

Seção	Distância da Barragem (km)	Cota do Fundo (m)	Tempo Nível Máximo (h)	Nível Máximo (m)	Tempo Vazão Máxima após Ruptura (h)	Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)	Velocidade Máxima (m/s)
SE-05	0,000	380,97	3,54	423,00	0,00	12207,45	7,01
SE-06	0,067	382,72	3,54	399,67	0,00	12203,15	13,50
SE-03	1,197	370,05	3,63	397,12	0,09	12087,47	4,25
SE-12	5,094	364,33	3,72	393,09	0,18	11672,29	4,16
SE-11	13,040	359,57	4,09	384,95	0,54	10918,47	3,99
SE-10	16,687	356,40	4,27	380,45	0,73	10568,67	3,38
SE-9	20,014	354,69	4,45	375,00	0,91	10260,55	4,65
SE-8	22,689	351,44	4,63	372,39	1,09	9867,34	3,05
SE-01	23,728	347,71	4,72	371,53	1,09	9689,06	3,26
SE-02	23,758	349,50	4,72	371,47	1,09	9682,66	3,34
SE-03	23,795	350,80	4,72	371,41	1,09	9676,63	3,40
SE-04	23,836	351,91	4,72	371,45	1,09	9667,14	3,10
ST-05	32,016	341,48	5,36	365,73	1,65	7984,42	2,60
ST-06	32,064	339,65	5,36	365,72	1,65	7974,19	2,47
ST-07	32,102	339,61	5,36	365,72	1,65	7967,43	2,37
Seção 01	34,198	343,01	5,54	364,30	1,82	7619,19	3,04
Seção 02	36,652	342,88	5,72	362,95	2,00	7278,31	2,26
Seção 03	38,880	340,55	5,99	361,64	2,18	7035,09	2,62
Seção 04	40,534	340,13	6,36	360,52	2,27	6852,39	2,85
Seção 05	41,934	340,29	6,54	360,01	2,36	6484,05	2,61
Seção 06	43,302	340,09	6,63	359,50	2,54	6070,34	2,06
Seção 07	44,470	338,19	6,72	359,12	2,72	5843,32	2,09
Seção 08	45,502	336,17	6,81	358,53	2,81	5674,95	2,62
Seção 09	46,595	334,97	6,99	357,88	2,91	5556,42	2,81
Seção 10	49,352	336,87	7,17	356,69	3,27	5254,67	2,24
Seção 11	51,119	335,28	7,35	355,71	3,45	5110,14	2,62
Seção 12	52,808	334,31	7,45	354,66	3,63	5005,97	2,57
Seção 13	54,424	334,48	7,63	353,49	3,81	4918,30	2,57
Seção 14	55,807	338,02	7,63	352,67	3,90	4856,54	2,22
Seção 15	57,332	337,73	7,81	351,28	4,09	4806,87	2,91
Seção 16	58,851	333,72	7,90	349,76	4,27	4760,15	2,73
Seção 17	60,111	333,89	8,08	348,77	4,36	4724,89	2,33
Seção 18	61,396	333,20	8,17	347,74	4,54	4693,55	2,40
Seção 19	62,660	330,30	8,35	346,29	4,63	4667,72	2,91
Seção 20 <sup>(1)</sup>	64,037	330,71	8,63	344,98	4,72	4621,65	2,00
Seção 21	70,638	325,94	9,72	340,85	5,72	4211,88	2,34
Seção 22	78,265	319,01	10,81	335,70	6,63	3934,37	2,33
Seção 23	84,813	320,31	11,80	332,22	7,54	3683,74	1,96
Seção 24	92,410	312,68	12,17	328,76	8,90	3511,26	2,01

**Resultantes da Simulação de Ruptura Rápida da Barragem da PCH Cantu 2**

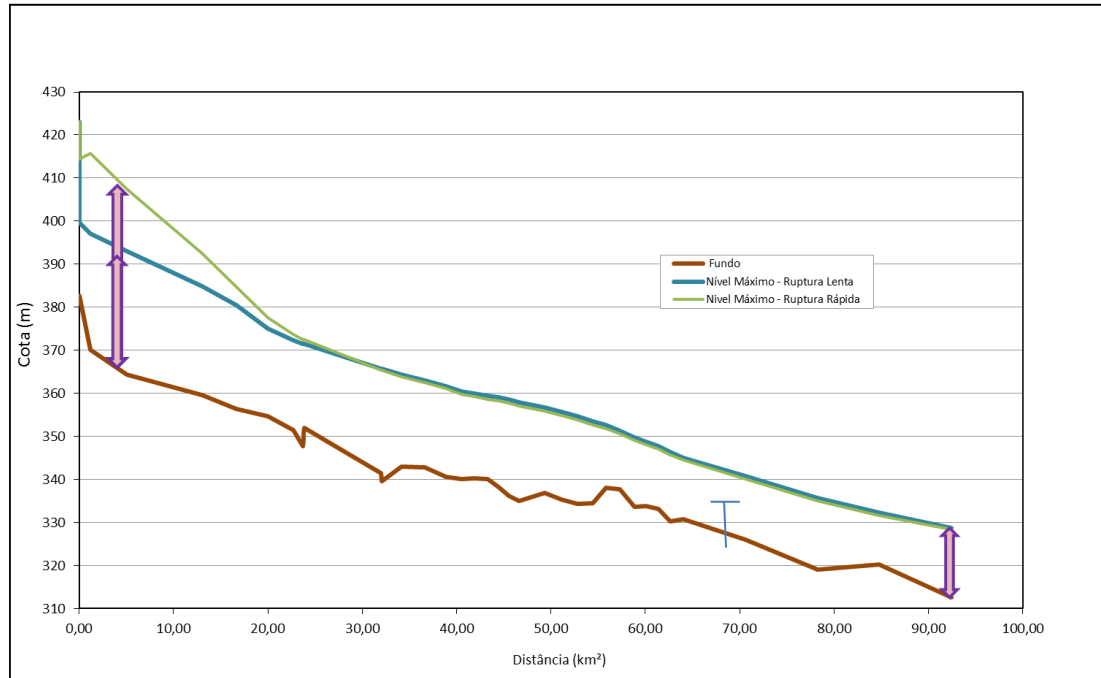
**TAB 14**

Seção	Distância da Barragem (km)	Cota do Fundo (m)	Tempo Nível Máximo (h)	Nível Máximo (m)	Tempo Vazão Máxima após Ruptura (h)	Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)	Velocidade Máxima (m/s)
SE-05	0,000	380,97	0,37	423,00	0,00	70534,32	17,51
SE-06	0,067	382,72	0,37	414,32	0,00	70399,70	25,60
SE-03	1,197	370,05	0,44	415,82	0,00	65524,08	9,95
SE-12	5,094	364,33	0,53	407,39	0,09	51123,60	9,75
Ç?	13,040	359,57	0,70	392,44	0,30	31817,49	7,36
SE-10	16,687	356,40	0,87	384,73	0,39	24504,86	6,21
SE-9	20,014	354,69	1,02	377,63	0,53	17654,17	7,00
SE-8	22,689	351,44	1,28	373,71	0,68	15035,99	5,22
SE-01	23,728	347,71	1,38	372,5	0,74	13988,27	5,59
SE-02	23,758	349,50	1,38	372,43	0,75	13955,73	5,94
SE-03	23,795	350,80	1,39	372,35	0,75	13926,34	5,76
SE-04	23,836	351,91	1,38	372,42	0,75	13880,10	5,16
ST-05	32,016	341,48	2,24	365,36	1,44	8496,92	3,59
ST-06	32,064	339,65	2,24	365,35	1,44	8478,12	3,19
ST-07	32,102	339,61	2,24	365,35	1,44	8465,69	3,01
Seção 01	34,198	343,01	2,47	363,83	1,59	7841,19	3,53
Seção 02	36,652	342,88	2,67	362,43	1,84	7130,52	2,66
Seção 03	38,880	340,55	2,90	361,05	2,10	6692,63	2,92
Seção 04	40,534	340,13	3,36	359,85	2,22	6460,66	3,08
Seção 05	41,934	340,29	3,60	359,24	2,38	6041,46	3,09
Seção 06	43,302	340,09	3,78	358,67	2,59	5582,16	2,12
Seção 07	44,470	338,19	3,86	358,27	2,75	5334,50	2,33
Seção 08	45,502	336,17	4,03	357,66	2,88	5151,37	2,72
Seção 09	46,595	334,97	4,15	357,03	2,98	5021,57	2,84
Seção 10	49,352	336,87	4,40	355,84	3,33	4691,87	2,30
Seção 11	51,119	335,28	4,53	354,89	3,58	4544,34	2,57
Seção 12	52,808	334,31	4,69	353,85	3,79	4445,38	2,54
Seção 13	54,424	334,48	4,86	352,69	3,99	4362,58	2,53
Seção 14	55,807	338,02	4,94	351,87	4,16	4305,66	2,19
Seção 15	57,332	337,73	5,06	350,53	4,32	4259,22	2,83
Seção 16	58,851	333,72	5,23	349,05	4,49	4217,54	2,68
Seção 17	60,111	333,89	5,35	348,10	4,66	4185,99	2,25
Seção 18	61,396	333,20	5,44	347,10	4,78	4158,07	2,30
Seção 19	62,660	330,30	5,64	345,71	4,90	4134,54	2,78
Seção 20 <sup>(1)</sup>	64,037	330,71	5,98	344,43	5,03	4095,30	2,04
Seção 21	70,638	325,94	7,19	340,13	6,06	3757,65	2,29
Seção 22	78,265	319,01	8,34	335,01	7,05	3517,01	2,27
Seção 23	84,813	320,31	9,34	331,65	8,05	3301,01	1,90
Seção 24	92,410	312,68	9,72	328,36	9,51	168,15	1,95

A figura a seguir ilustra, ao longo do trecho estudado, os níveis para as análises de ruptura lenta e rápida da barragem da PCH Cantu 2.

### Perfil Longitudinal do rio Cantu ao Longo do Trecho Estudado

FIG 8



Ao analisar os resultados provenientes do estudo de ruptura da barragem pertencente a PCH Cantu 2, é possível concluir que, dos dois cenários de ruptura a ruptura rápida apresenta níveis de água mais elevados nas seções estudadas, provocando uma onda com aproximadamente 30 metros de altura nas seções logo a jusante da barragem, e 13 metros na seção junto a ponte da rodovia PR-364 a aproximadamente 65km do eixo da PCH. Para o cenário de ruptura lenta, a onda atinge cerca de 16 metros de altura para as seções logo a jusante do eixo da PCH Cantu 2, e 14 metros na seção junto a ponte da rodovia PR-364, a aproximadamente 65 km do eixo da PCH.

Essa diferença de níveis entre a ruptura rápida e a ruptura lenta caracteriza uma mancha de inundação maior para a ruptura rápida, em outros termos, a área atingida para a ruptura rápida é mais expressiva em relação a ruptura lenta.

Através da mancha de inundação resultante da análise dos estudos de ruptura é possível determinar e quantificar os danos causados a infraestrutura da região e as propriedades atingidas, além de estabelecer rotas de acesso e fuga para a população atingida. Ao analisar as elevações de nível de água apresentado como resultado nas duas simulações na seção da ponte da PR-364, conclui-se que independentemente do tipo de ruptura a ponte será alagada e não servirá como acesso as regiões atendidas, tampouco poderá ser utilizada em rotas de fuga.

Futuramente, recomenda-se que no estudo de ruptura da barragem da PCH Cantu 1 contemple os efeitos provocados pela ruptura da barragem da PCH Cantu 2,

adotando como dado de entrada para o modelo o hidrograma resultante da ruptura da barragem da PCH Cantu 2, a fim de se estudar o efeito de amortecimento da onda de cheia devido o reservatório da PCH Cantu 1.

A verificação da capacidade de abatimento da onda de cheia provocada pela ruptura da barragem da PCH Cantu 2 poderá indicar um estudo complementar de ruptura de barragem, o qual deverá ser contemplado no PAE do empreendimento denominado PCH Cantu 1.

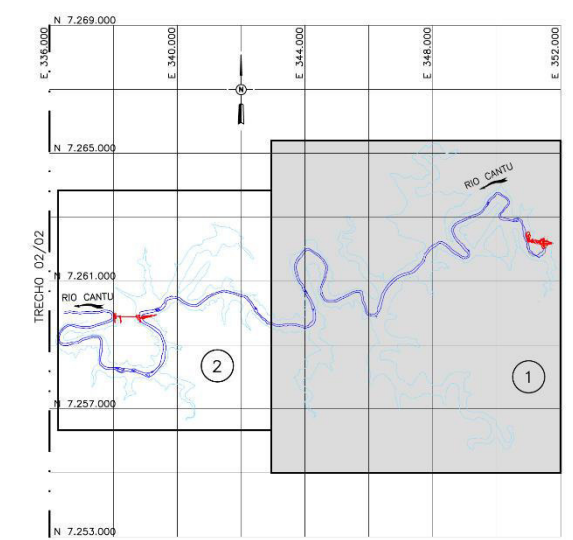
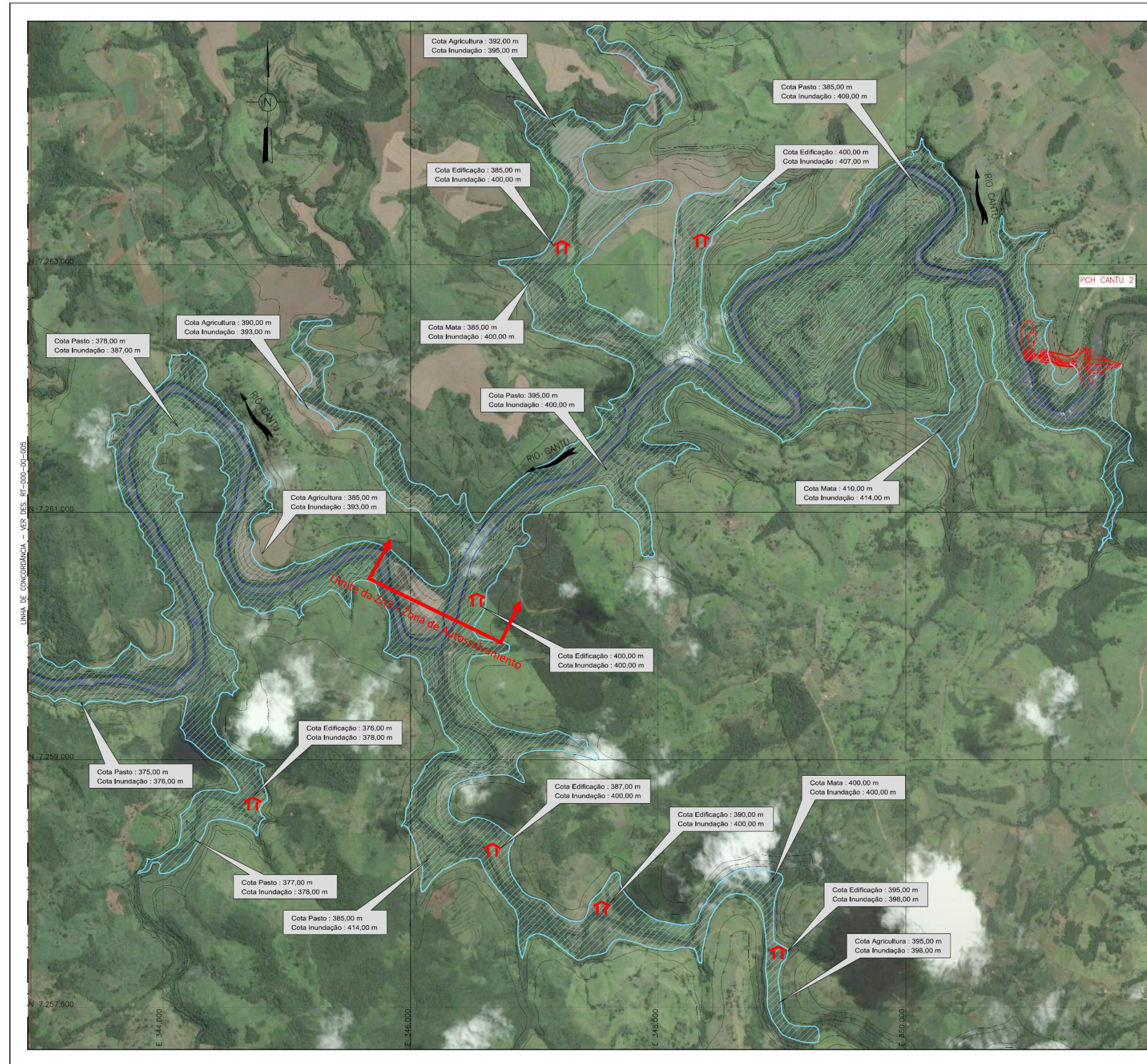
Ressalta-se ainda que, na fase de implantação da usina de jusante, PCH Cantu 1, deverão ser coordenadas ações de comunicação de acidentes, visando a criação de sistemas de previsão, prevenção e controle de danos.

### **4.3 Mapa de Inundação**

A partir dos resultados de brecha rápida, foi delimitada a área de inundação a jusante do eixo da barragem da PCH Cantu 2. Essa área de inundação foi determinada a partir dos níveis máximos resultantes da modelagem para cada seção topobatimétrica existente no trecho estudado e extrapolados para diversas outras seções topobatimétricas inferidas, por meio de interpolação linear.

Dessa forma, foi possível elaborar os mapas de inundação apresentados a seguir:

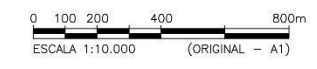




PLANTA CHAVE  
SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- RIO CANTU
  - ▨ MANCHA DE INUNDAÇÃO
  - ↑ LOCALIZAÇÃO DE PROPRIEDADES

- NOTAS:**
- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
  - 2 - RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA ELABORADA PELA GEOFOTO AEROLEVANTAMENTOS S/A, EM JULHO DE 2001, PARA O ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DO RIO CANTU.
  - 3 - IMAGEM DE FUNDO DO GOOGLE EARTH PRO.



Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				

**RDR CONSULTORES ASSOCIADOS**

PROJETO: ARO DATA: MAR/15 APROVADO  
 DESENHO: MHS DATA: MAR/15  
 VERIFICADO: PBP/ARO DATA: MAR/15 Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEIGA Eng. Civil CREA Nº 7304-D/DF

**BRENNAND energia**

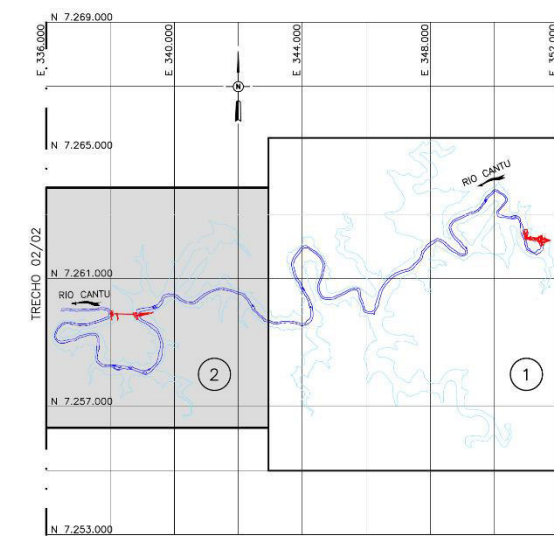
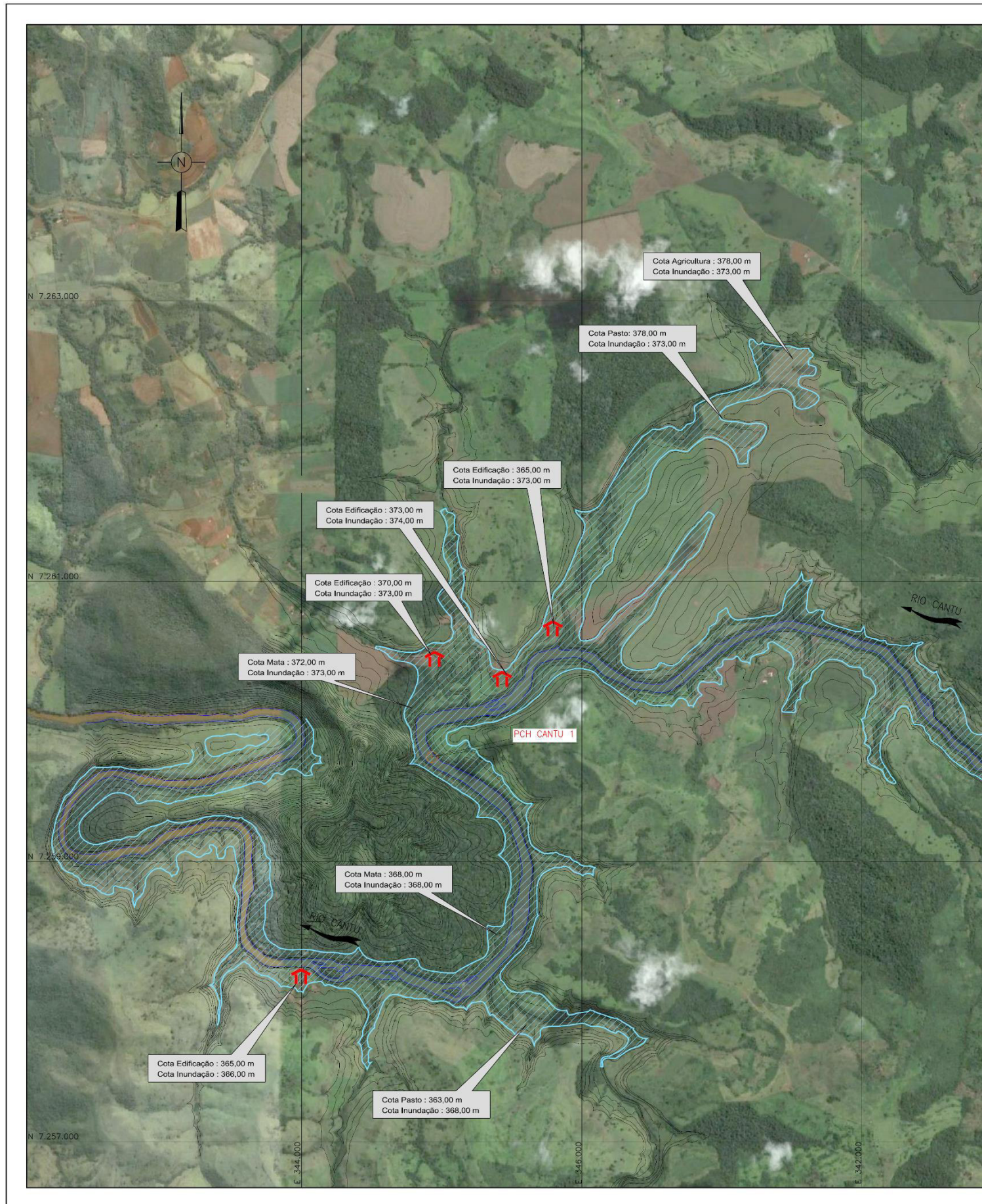
PCH CANTU 2 - PAE

TÍTULO: GERAL  
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TRECHO 1  
PLANTA

ESCALA: INDICADA DOC. Nº: E225-05-RT-000-00-004 REV. 0

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA.





**PLANTA CHAVE**  
SEM ESCALA

**LEGENDA:**

- RIO CANTU
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- LOCALIZAÇÃO DE PROPRIEDADES

**NOTAS:**

- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA ELABORADA PELA GEOFOTO AEROLEVANTAMENTOS S/A, EM JULHO DE 2001, PARA O ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DO RIO CANTU.
- 3 - IMAGEM DE FUNDO DO GOOGLE EARTH PRO.



Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				



**RDR CONSULTORES ASSOCIADOS**

PROJETO: ARO	DATA: MAR/15	APROVADO
DESENHO: MHS	DATA: MAR/15	
VERIFICADO: PBF/ARO	DATA: MAR/15	Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEIGA Eng. Civil CREA Nº 7304-D/DF



**BRENNAND energia**

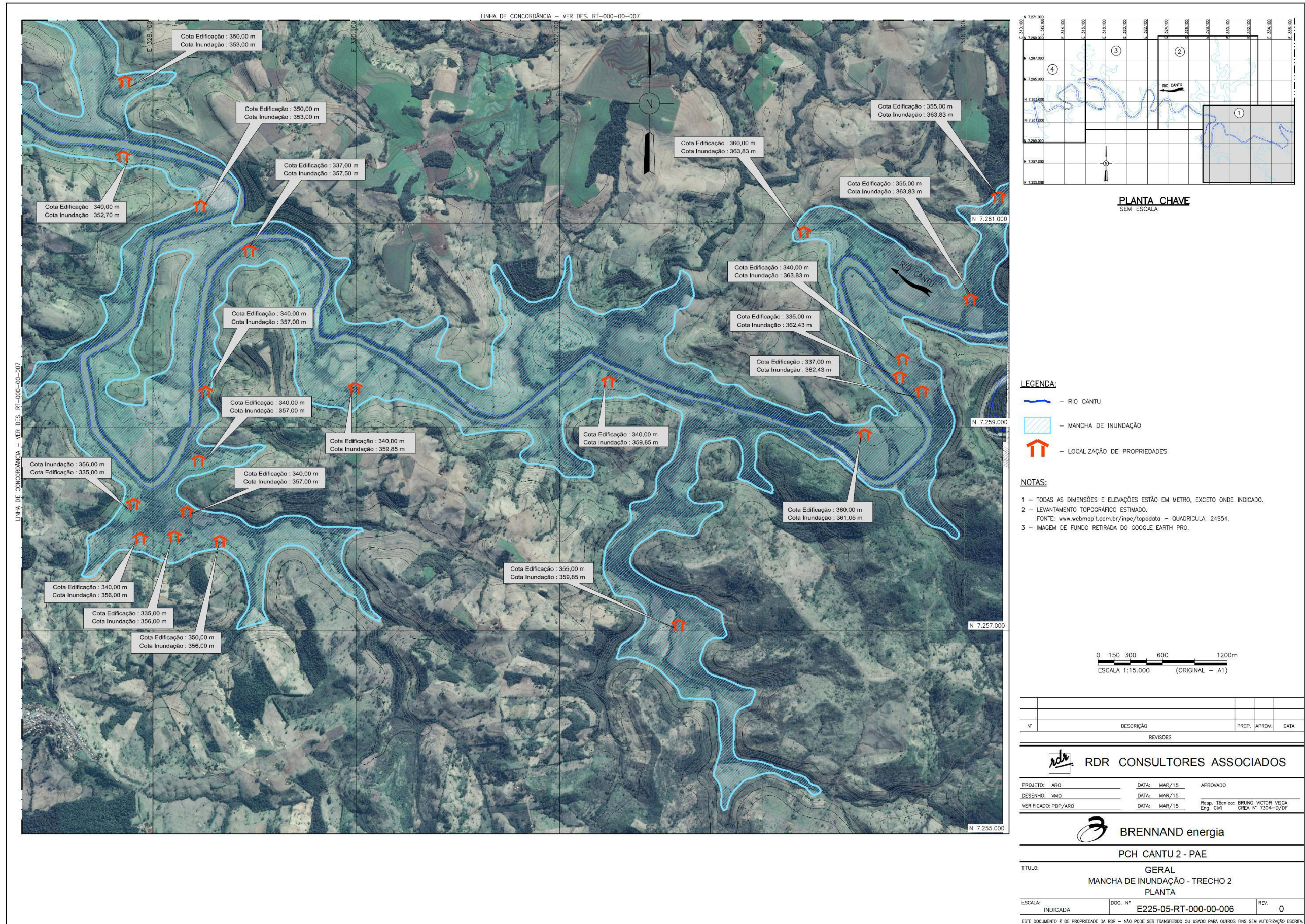
PCH CANTU 2 - PAE

TÍTULO:  
GERAL  
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TRECHO 1  
PLANTA

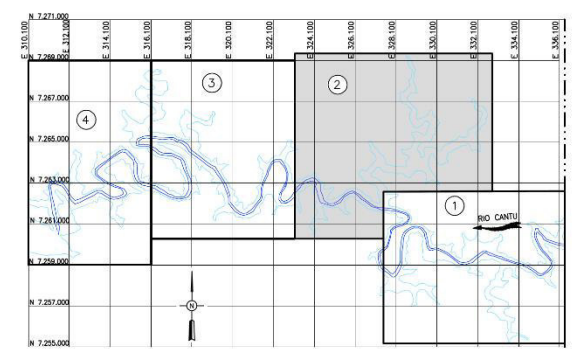
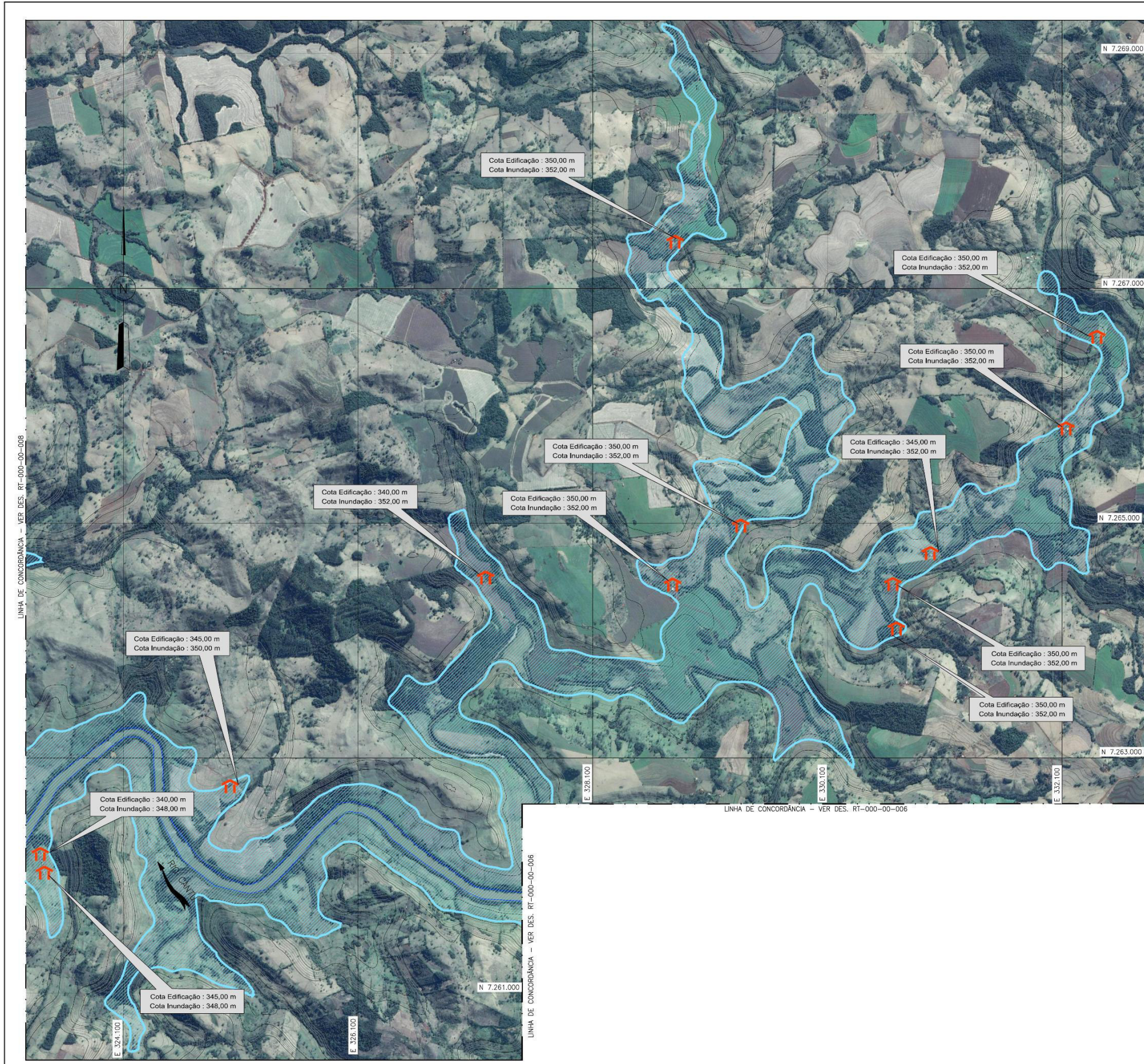
ESCALA: INDICADA	DOC. Nº E225-05-RT-000-00-005	REV. 0
------------------	-------------------------------	--------

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA.



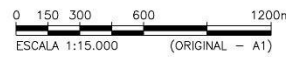






- LEGENDA:**
- RIO CANTU
  - MANCHA DE INUNDAÇÃO
  - LOCALIZAÇÃO DE PROPRIEDADES

- NOTAS:**
- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
  - 2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ESTIMADO.
  - 3 - IMAGEM DE FUNDO RETIRADA DO GOOGLE EARTH PRO.



Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				

**rdr** RDR CONSULTORES ASSOCIADOS

PROJETO: ARO DATA: MAR/15 APROVADO:  
 DESENHO: VMO DATA: MAR/15  
 VERIFICADO: PRP/ARO DATA: MAR/15 Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEIGA  
 Eng. Civil CREA N° 7304-07/DF

**BRENNAND** energia

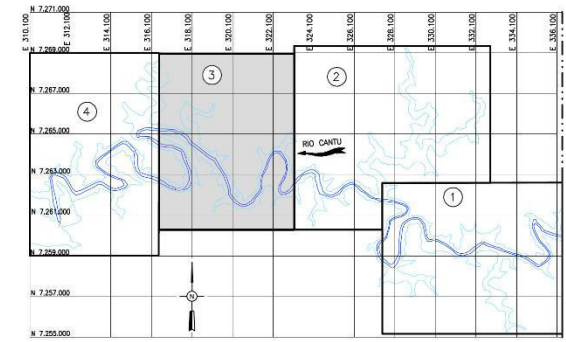
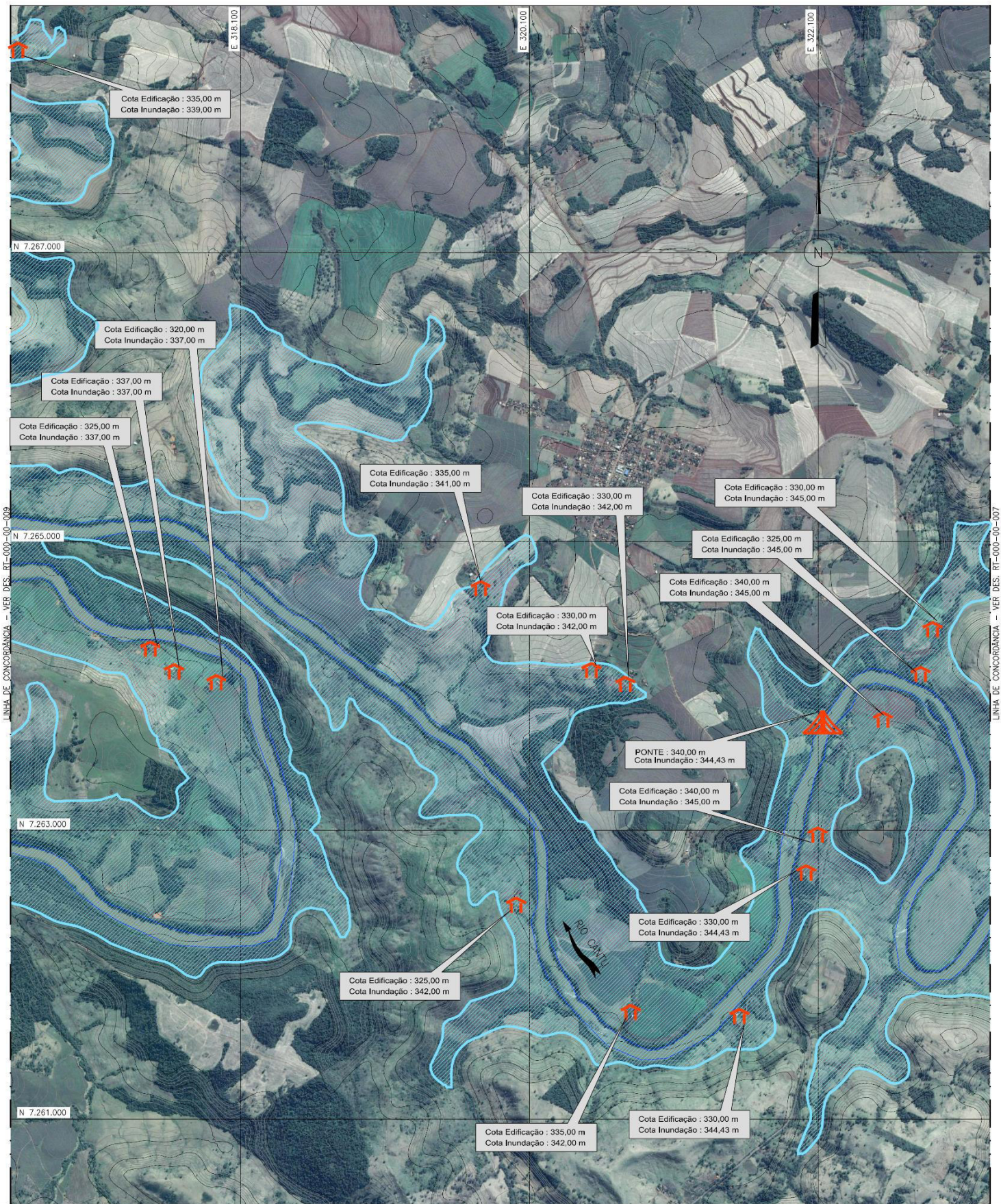
PCH CANTU 2 - PAE

TÍTULO: GERAL  
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TRECHO 2  
PLANTA

ESCALA: INDICADA	DOC. Nº: E225-05-RT-000-00-007	REV: 0
------------------	--------------------------------	--------

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA.





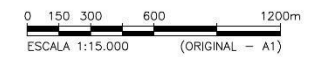
PLANTA CHAVE  
SEM ESCALA

LEGENDA:

- RIO CANTU
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- LOCALIZAÇÃO DE PROPRIEDADES
- PONTE

NOTAS:

- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ESTIMADO.  
FONTE: [www.webmapit.com.br/npe/topodata](http://www.webmapit.com.br/npe/topodata) - QUADRÍCULA: 24554.
- 3 - IMAGEM DE FUNDO RETIRADA DO GOOGLE EARTH PRO.



Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				



RDR CONSULTORES ASSOCIADOS

PROJETO: ARD	DATA: MAR/15	APROVADO
DESENHO: VMO	DATA: MAR/15	Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEIGA
VERIFICADO: PBP/ARG	DATA: MAR/15	Eng. Civil CREA Nº 7304-D/DF



BRENNAND energia

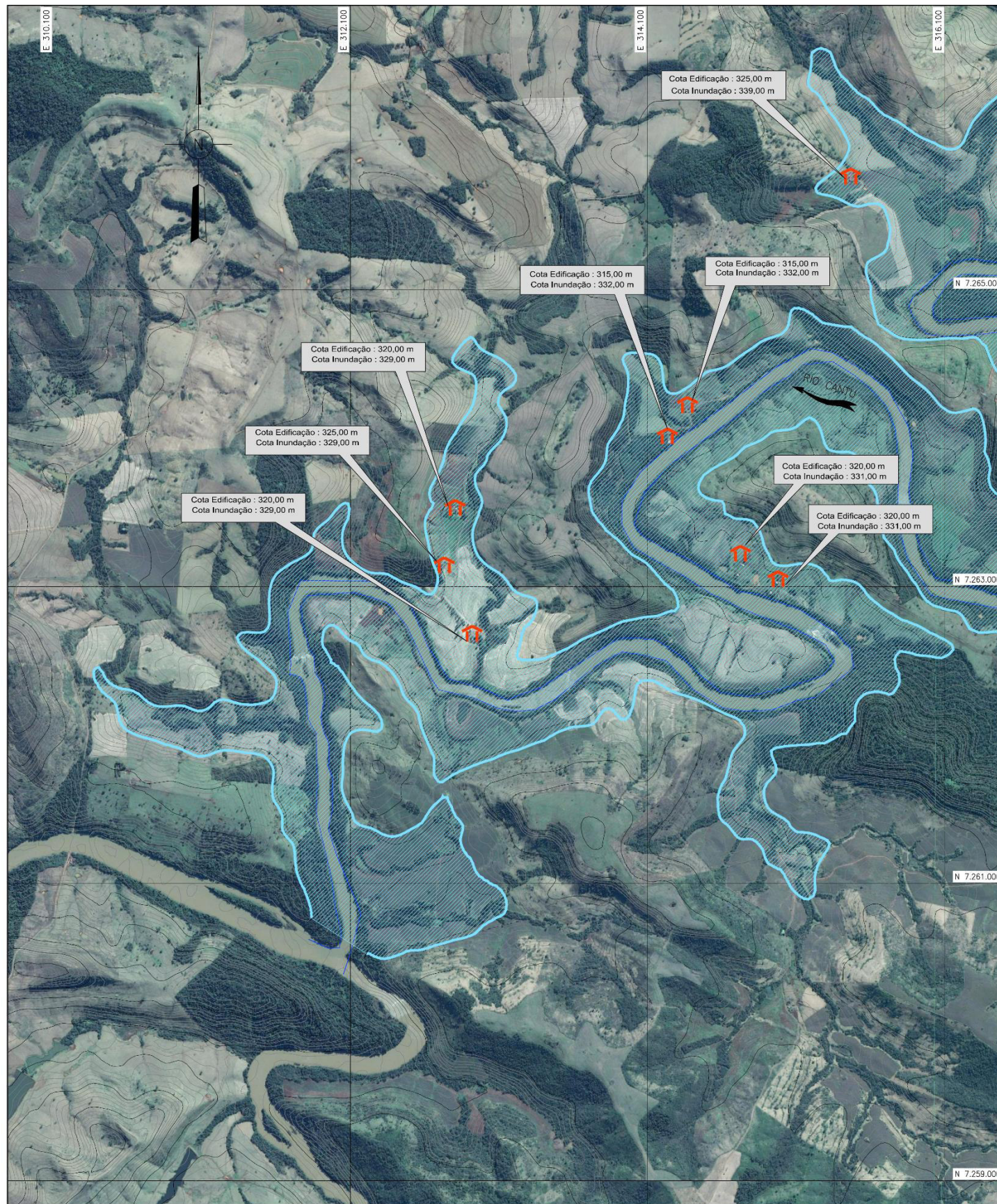
PCH CANTU 2 - PAE

TÍTULO:  
GERAL  
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TRECHO 2  
PLANTA

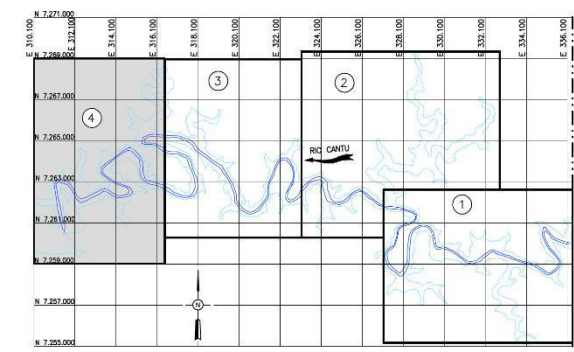
ESCALA: INDICADA	DOC. Nº: E225-05-RT-000-00-008	REV. 0
------------------	--------------------------------	--------

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA.





LINHA DE CONCORDÂNCIA - VER DES: RT-000-00-008

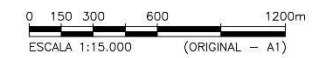


LEGENDA:

- RIO CANTU
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- LOCALIZAÇÃO DE PROPRIEDADES

NOTAS:

- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ESTIMADO.  
FONTE: [www.webmapit.com.br/inpe/topodata](http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata) - QUADRICULA: 24554.
- 3 - IMAGEM DE FUNDO RETIRADA DO GOOGLE EARTH PRO.



Nº	DESCRIÇÃO	PREP.	APROV.	DATA
REVISÕES				



RDR CONSULTORES ASSOCIADOS

PROJETO: ARO	DATA: MAR/15	APROVADO
DESENHO: LMO	DATA: MAR/15	
VERIFICADO: PBP/ARO	DATA: MAR/15	Resp. Técnico: BRUNO VICTOR VEIGA Eng. Civil CREA Nº 7304-D/DF



BRENNAND energia

PCH CANTU 2 - PAE

TÍTULO: GERAL  
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TRECHO 2  
PLANTA

ESCALA: INDICADA	DOC. Nº: E225-05-RT-000-00-009	REV. 0
------------------	--------------------------------	--------

ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA RDR - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA.



#### 4.3.1 Uso do Solo

Segundo as imagens obtidas pelo programa Google Earth pode-se observar que a onda de inundação atingirá áreas de pastagem, áreas com mata ciliar e plantio, e que existem diversas construções a serem atingidas, como pode-se observar ao longo da mancha de inundação.

#### 4.3.2 Benfeitorias

Com base na topografia existente e levantamento cadastral realizado pela empresa BDM, foi possível a identificação dos proprietários dos lotes que estão localizados na área de inundação.

Na tabela a seguir estão listados os proprietários identificados, e no mapa a indicação numérica das propriedades:

**Relação de Proprietários** TAB 15

Indicação no Mapa	Proprietário	Propriedade
1	Roberto Tonet	Fazenda Cantilado
2	Juarez Borgio	Fazenda JB
3	Gilberto Borgio/Fábio Diniz	-
4	Gilmar Borgio	Fazenda Balsa Nova
5	Alicindo Jukoski	Fazenda Volta Grande
6	Joni Fontana	-
7	Agropecuária Spitzner	-
8	Lino Schroeder e outros	Fazenda Santa Luzia
9	Madeiraira Schroeder	Fazenda Santa Luzia
10	Joni Fontana	-
11	Madeiraira Schroeder	Fazenda Santa Luzia
12	Madeiraira Schroeder	Fazenda Santa Luzia
13	Propriedade INCRA	-
14	Miguel Vanhaandel/ Antônio dos Santos	Pedro Farias/Cícero
15	Marcelo Batista Carneiro	Fazenda Morro Alto
16	Não Identificado	Não Identificado
17	Getulio Pires Cardoso	Fazenda São Caetano
18	Darci José	-
19	Lenice Dzickanski	Fazenda Primavera
20	Lamartine Navaro Siorivante/Severino	Neto/Flávio Fazenda Vale do Cantu



Indicação no Mapa	Proprietário	Propriedade
21	Julio Cesar Bassegio, Rômulo Augusto Bassegio, Armindo Bassegio Junior, Armindo Basseio e Itália Bassegio	-
22	Julio Cesar Bassegio, Rômulo Augusto Bassegio, Armindo Bassegio Junior, Armindo Basseio e Itália Bassegio	-
23	Geraldo Marcos de Lima	Fazenda Boa Esperança
24	Julio Cesar Bassegio, Rômulo Augusto Bassegio e Armindo Bassegio Junior	Fazenda Três Irmãos
25	Nereu Mendes	Fazenda Giovana
26	Orlando de Andrade	-
27	Oscar de Andrade	-
28	Orlando de Andrade	-
29	Orlando Neivarth	-
30	Julio Cesar Bassegio, Rômulo Augusto Bassegio e Armindo Bassegio Junior	-
31	Luis Pereira Soares	-
32	Delma Pereira	-
33	Célio Pereira	-
34	Sueli Martinelli	-
35	José dos Santos	-
36	Noel Dias da Silva	-
37	João Alves de Olinó	-
38	Raimundo Maximio da Silva	-
39	Antônio Dias da Silva	-
40	Leuzira Mara Maximio	-
41	José Martinelli	-
42	Evani Coelho	-
43	Juraci Pedro	-
44	Armindo Bassegio Junior	-
45	Édio Carlos de Melo	-
46	Vantoir Maia Campos	-
47	José Maia Campos	-
48	Airton Maia Campos	-
49	Armindo Boareto	-
50	Getúlio Xavier dos Santos	-
51	Francisco Sabino Arantes	-
52	Francisco de Assis Epaminondas	-
53	Dair Epaminondas	-

<b>Indicação no Mapa</b>	<b>Proprietário</b>	<b>Propriedade</b>
54	José Davi Periolo	-
55	Arlindo Cesar Peres	-
56	José Davi Fornari	-
57	Luis Garbujo	-
58	Orlando de Andrade	-
59	Orídio Alves de Paula	-
60	Diomar de Paula	-
61	Celso Ferreira	-
62	Armindo Boareto	-
63	Dolores Carlos Neto	-
64	Ana Maria de Souza	-
65	Edigar Souza de Matos	-
66	Ana Maria de Souza	-
67	Joaquim Souza de Paula	-
68	João Itimura	Fazenda Raminho
69	Armindo Boareto	-
70	Antônio Alves de Souza	-
71	Waldemar Sabatine	-
72	George Alencar	-
73	Antônio Morílio Custódio	-
74	Valter Szeremeta	-
75	Luverci Custódio	-
76	Natal Pontela	-
77	Espólio de Expedito José Carlos da Silva	-
78	Roberto Matias Pina de Carvalho	Fazenda Colorado
79	Emírio José Pavão	-
80	Fernando do Couto Rosa	Fazenda Barra do Cantu
81	Mario do Rego	-
82	Alcione Mario Costa Cordeiro	-
83	Bruna Luersen	-
84	Milton Slaviero	-
85	Carolina do Couto Rosa	-
86	Cláudia do Couto Rosa	-
87	Abel Inocência de Oliveira	Fazenda Santa Márcia
88	Geraldo Borges	-
89	Luiz Sávio	-
90	Espólio de Antônio Felício	-

Indicação no Mapa	Proprietário	Propriedade
91	Manoel Severino	-
92	Sebastião e Marcos de Araújo	-
93	Pedro Marcos Casagrande	-
94	José Ailton Cabral	-
95	Silva Regina Magriavack	-
96	Donizete José da Silva	-
97	João Antunes da Silva	-
98	Marlene da Silva Leite	-
99	José Aguiar	-
100	José Roberto da Silva	-
101	Antônio Coimbra	-
102	Antônio Araújo Conela	-
103	Maicon de Paula Vitor	-
104	Clemente Vieira Dias	-
105	Eduardo Campos Sobrinho	-
106	Edes das Neves Júnior	-
107	Aparecido Silva	-
108	Adaildo Ferreira	-
109	Adriano Ribeiro	-
110	Sirlei Ribeiro	-
111	Antônio André Neto	-
112	Paulo Santos	-
113	Joaquim Gomes de Almeida Filho	-
114	Keila de Almeida Viana	-
115	Milton Luis Alves	-
116	José Nunes Viana	-
117	João André Sobrinho	-
118	Antônio André Neto	-
119	Adolfo Edivaldo Valência	-
120	Antônio e Sebastião Buava	-
121	Adolfo Edivaldo Valência	-
122	José Rafael	-
123	José Tácio Estefano	-
124	Jonas Possiano da Silva	-
125	Adolfo Edivaldo Valência	-
126	Edir Camargo	-
127	Paulo Marcelino Andreoli Gonçalves	-

Indicação no Mapa	Proprietário	Propriedade
128	Raimundo Vieira	-
129	Joaquim Gomes de Almeida Filho	-
130	Paulo Marcelino Andreoli Gonçalves	-
131	Elvira de Almeida	-
132	Arlindo Cesar Peres	-
133	Eliseu Romero	-
134	Ângela Romero	-
135	João Nogueira de Oliveira	-
136	João Batista Filho	-

#### 4.3.3 Cadastro dos Residentes na ZAS – Zona de Autossalvamento

A ZAS – Zona de Autossalvamento deste PAE, compreende a região a jusante da barragem onde não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente, esta ZAS compreende a área atingida a uma distância de 10 km da barragem.

Na tabela a seguir estão listados os residentes identificados na ZAS – Zona de Autossalvamento, bem como seu número de contato para emergência:

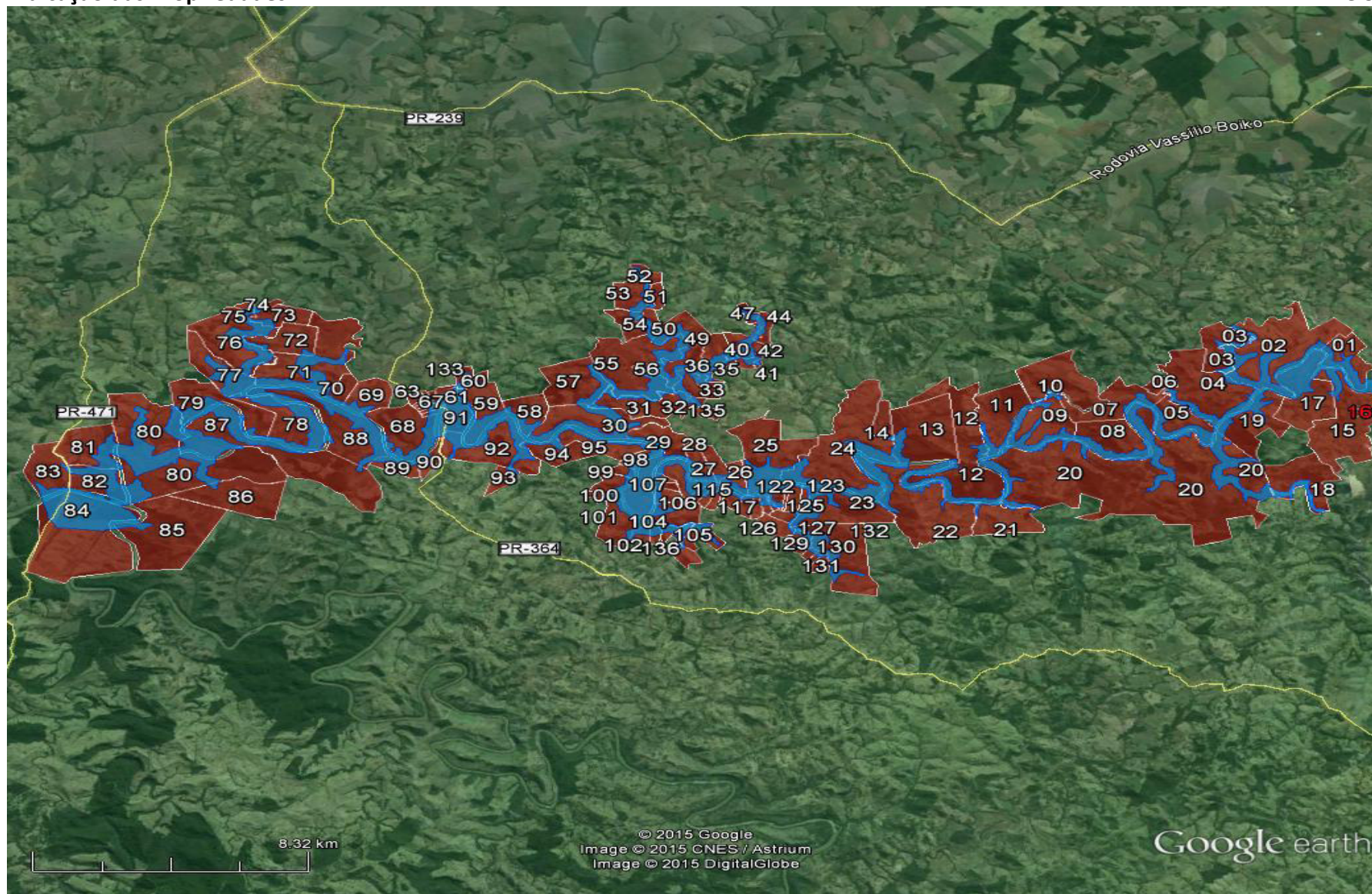
**TAB 16-B**

Propriedade	Edificação	Residente	Telefone de Contato
Fazenda JB	Residência 01	Flávio Antônio de Souza Eliane Dessoto de Souza	(44) 99717-1911
Fazenda JB	Residência 02	Sérgio Loreço de Lima Célia Rosana Cordeiro	(44) 99122-7057
Fazenda Primavera	Residência 01	André Luiz Guimarães Daniela Aparecida Guimarães	(42) 98408-7064
Fazenda Vale do Cantú	Residência 01	João Batista de Alcantara Eliane Aparecido de Alcantara Maria Eduarda S. de Alcantara Yasmim de F. S. de Alcantara João Lucas S. de Alcantara	(44) 99926-6616 (44) 99829-3728
Fazenda Vale do Cantú	Residência 02	Marco de Jesus Almeida Suzana Barbosa Clemente Sofia Gabriely C. de Almeida	(42) 98404-2677



Indicação das Propriedades

FIG 9



## 5 PLANO DE AÇÕES PREVENTIVAS

Este plano foca o desempenho das estruturas componentes do aproveitamento sem deixar de considerar as variáveis relacionadas ao gerenciamento do reservatório e ao comportamento hidrometeorológico da bacia drenada a montante do eixo do barramento.

O Plano de Ações Preventivas é composto de três linhas de atuação: Atividades de Monitoramento; Atividades de Comunicação e Atividades de Acompanhamento e Avaliação.

### 5.1 Atividades de Monitoramento

#### 5.1.1 Monitoramento das Estruturas do Aproveitamento

O comportamento das estruturas do Aproveitamento deve ser monitorado através de instrumentação adequada, composta basicamente por placas de recalque destinadas à medição de deslocamentos verticais nos aterros; marcos superficiais instalados na superfície do terreno natural de forma a permitir seu nivelamento; medidores de níveis d'água instalados a jusante do barramento e medidores de vazão destinados à determinação de vazões percoladas pela barragem.

O monitoramento inclui tanto a manutenção dos instrumentos como a coleta de dados, a análise individual dos resultados e a elaboração de relatório com a análise crítica da evolução das leituras. Esta prática é importante para que a situação das estruturas do Aproveitamento seja acompanhada continuamente de modo a detectar possíveis anomalias.

Os instrumentos de auscultação instalados nas diversas estruturas do Aproveitamento devem ter instruções pormenorizadas de operação, incluindo instruções de manutenção dos equipamentos, procedimentos e frequência de leitura, fluxograma de encaminhamento das informações, manipulação e análise de dados coletados, fluxo de informações para retorno das análises realizadas com as leituras e os devidos sinais de alerta. Para cada instrumento, deverão estar especificados os níveis de alerta e para cada nível um procedimento de avaliação da segurança a partir do qual serão tomadas as medidas cabíveis.

A operação manual da instrumentação deve ser realizada por técnicos treinados e habilitados para a realização de manutenção preventiva.

As inspeções rotineiras devem ser executadas pela equipe de operação da PCH, com frequência mensal, seguindo roteiro pré-determinado. Este pessoal deverá ter um treinamento constante para esta atividade.



As inspeções programadas devem ter frequência anual podendo, em função das avaliações das inspeções anteriores e dos dados da instrumentação, ter esta frequência alterada para intervalos menores.

Necessariamente, as inspeções programadas deverão ser executadas por equipe multidisciplinar envolvendo profissionais como engenheiro de estruturas, engenheiro geotécnico, engenheiro hidráulico e geólogo.

A equipe deverá ter conhecimento do projeto, dispondo de todas as informações relativas à construção das obras civis de modo a ficarem claras as alterações efetuadas durante a construção. Isto possibilita um melhor entendimento de possíveis anomalias, proporcionando um melhor diagnóstico e, conseqüentemente, um adequado encaminhamento de ações corretivas.

As inspeções emergenciais deverão ser realizadas quando a equipe de inspeção e manutenção assim o determinar. Normalmente, isto deverá ocorrer quando detectadas anomalias significativas ou logo após o evento de cheias de maior intensidade. Neste caso, deverão ser convocados então consultores especialistas para uma ampla avaliação do problema. É comum, após cheias e/ou chuvas torrenciais, a ocorrência de fissuras, recalques, aflorações de água e indícios de instabilidade de taludes, que indiquem a necessidade de tal iniciativa.

### 5.1.2 Monitoramento de Sismos da Região de Influência

A implantação de reservatórios normalmente caracteriza a ocorrência de sismos de pequena magnitude na região de influência direta do Aproveitamento.

Normalmente, estes eventos são sentidos pela população da região de influência, porém não devem ocasionar danos estruturais a edificações e estruturas do Aproveitamento. O acompanhamento do fenômeno é necessário para comprovar a real interferência com os problemas estruturais que venham a ser detectados tanto nos componentes do Aproveitamento bem como de edificações de terceiros.

O monitoramento de sismos é realizado através de estação sismográfica para auscultação local e visa fornecer informações sobre as características da eventual sismicidade induzida pelo reservatório, sua frequência e intensidade.

Deverá ser verificado se serão realizados monitoramentos durante a construção da barragem e durante o enchimento do reservatório. Os referidos produtos deverão ser anexados a este documento.

### 5.1.3 Subprograma de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao Reservatório

Esta atividade tem como objetivo acompanhar o processo de erosão das margens do reservatório e o conseqüente assoreamento do mesmo, assim como detectar grandes deslizamentos de solo ou rocha que possam afetar o reservatório e as estruturas do empreendimento.

Para o acompanhamento desses temas serão realizadas inspeções visuais e leitura dos instrumentos instalados com a seguinte frequência:

- Semanal, durante o enchimento;
- Mensal, nos três meses posteriores ao enchimento;
- Trimestral, até completar o 1º ano após o enchimento;
- E após, a cada 5 anos.

Uma vez avaliados os processos erosivos, poderão ser recomendadas a execução de obras de controle como retaludamento, implantação de sistemas de drenagem dos taludes potencialmente instáveis e até mesmo obras de contenção nos taludes considerados instáveis e que possam colocar em risco a segurança das obras civis.

Os relatórios do Subprograma de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao reservatório, apresentado no escopo do Plano Básico Ambiental, são apresentados no Anexo V deste documento.

### 5.1.4 Monitoramento Hidrometeorológico e Previsão de Afluências

Este sistema de monitoramento deve ter a capacidade de antecipar cenários futuros auxiliando na deflagração de ações para a minimização do impacto de cheias naturais.

Para a realização desta atividade é necessária a utilização de uma rede de estações hidrometeorológicas convencionais e automáticas para o monitoramento em tempo real. A necessidade da implantação de estações automáticas está associada à maior segurança na antecipação das informações hidrológicas, resultando em melhor desempenho da rede de monitoramento.

A bacia hidrográfica afluente ao reservatório é monitorada através do acompanhamento dos níveis dos rios afluentes e também pela coleta diária de totais precipitados em estações pluviométricas, que avalia diariamente o estado hidrológico da bacia, repassando para os responsáveis pela operação o quadro hidrometeorológico da região.

O empreendimento fará a aquisição dessas informações hidrometeorológicas pelo conjunto de estações mostradas na tabela a seguir.

**Informações Hidrometeorológicas**

TAB 17

Estação	Tipo	Tipo de Registro	Latitude	Longitude	Município	Rio	Altitude (m)
Ponte Leôncio Primo (Montante)	FD	Processo convencional – Barco Réguas do tipo divisão de águas	24°46'59" S	52°13'59" O	Palmital	Cantu	480,00
Balsa do Cantu (Jusante)	PFDST	Pluviométrico -Telemétrico Fluviométrico - Leitura de réguas de madeira tipo DAg. Compostas em 4 lances com dois metros cada.	24°44'55" S	52°42'10" O	Altamira do Paraná	Cantu	360,00

TIPOS DE ESTAÇÃO: P - pluviométrica (duas leituras);

F - fluviométrica (duas leituras de nível);

D - medição de vazão; S - sedimentométrica (coleta de amostra de sedimentos em suspensão e fundo);

T - automática e telemétrica (datalogger, linímetro de pressão, pluviômetro tippingbucket, painel solar, bateria 12V 26A/h, antena GOES) – coleta de 15 em 15 minutos e transmissão de hora em hora.

### 5.1.5 Monitoramento do Reservatório

O monitoramento do reservatório resume-se no acompanhamento contínuo das seguintes variáveis:

- Níveis do reservatório;
- Vazões descarregadas pelas turbinas;
- Vazões descarregadas pelo vertedouro.

Para a execução do monitoramento, os procedimentos a serem seguidos pelos operadores da barragem deverão observar os seguintes princípios gerais:

- Dispor de rotina clara e objetiva para o levantamento e registro de dados representativos, considerando qualquer situação;
- Definir claramente responsabilidades e a hierarquia de decisões, considerando fatores de praticidade, continuidade e clareza;
- Manter atualizadas instruções de procedimentos para a execução de manobras dos órgãos de descargas;
- Realizar inspeções e testes periódicos nos equipamentos de controle hidráulico, controlando e aferindo a instrumentação de supervisão de nível.

### 5.1.6 Estado Hidráulico do Reservatório

O “Estado Hidráulico de um Reservatório” correspondente a um determinado instante é definido pelo par de valores:

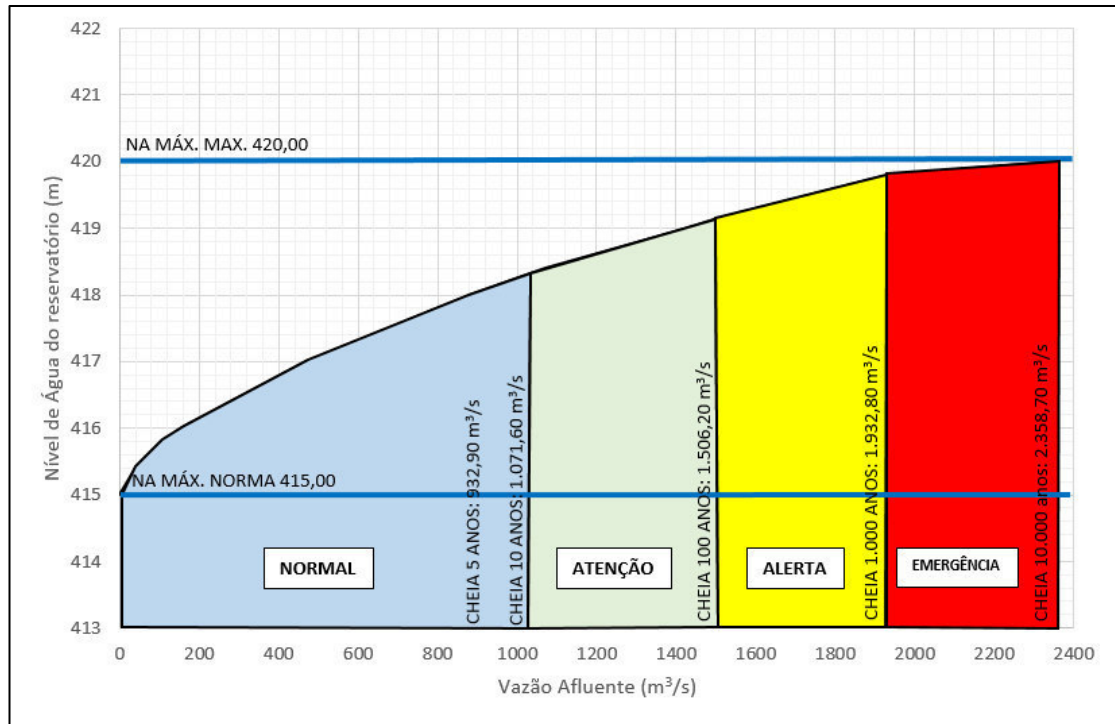
- Nível de montante: correspondente ao final de um intervalo considerado é definido como o nível efetivo do reservatório, verificado através do indicador digital da sala de comando superior ou através da régua liminimétrica fixada no entorno da barragem;
- Vazão afluente de referência: é a média das vazões determinadas nas últimas quatro horas antecedentes (hora do registro e três horas antecedentes).

Com este par de valores deve-se verificar no Quadro de Referência para Operação em Período de Cheias, conforme exemplo na figura abaixo, a situação correspondente do reservatório, ou seja, o seu estado hidráulico: “Normal”, “Atenção”, “Alerta” ou “Emergência”. O quadro consiste em associar as informações provenientes da curva de descarga do vertedouro e faixas de operação do mesmo.



**Exemplo de Quadro de Referência para Operação em Período de Cheias**

FIG 10



**Níveis de Segurança e Risco de Ruptura**

FIG 11

Nível de Segurança	Condições e Situações
<p>Nível Normal (azul)</p> <p>a) nível normal de operação das estruturas de descarga</p>	<p>a) Cheia até 1.071,60 m³/s (TR até 10 anos) → Realizar monitoramento das precipitações.</p>
<p>Nível Atenção (verde)</p> <p>a) situação de aumento de vazão no vertedouro</p>	<p>a) Cheia de 1.071,60 a 1.506,20 m³/s (TR entre 10 e 100 anos) → Aviso aos agentes externos da condição de enchente.</p>
<p>Nível Alerta (amarelo)</p> <p>a) Início de Infiltração com carreamento de material acima do normal com qualquer condição hidrológica</p>	<p>a) Cheia de 1.506,20 a 1.932,80 m³/s (TR entre 100 e 1.000 anos) → Monitoramento das condições da barragem e alerta aos agentes externos da condição de enchente e alagamentos em algumas localidades;</p> <p>b) Manutenção imediata para reduzir a infiltração.</p>
<p>Nível Emergência (vermelho)</p> <p>a) Infiltração sem controle ou nível do reservatório chegando na cota de coroamento da barragem ou ruptura prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer em qualquer condição hidrológica.</p>	<p>a) Cheia de 1.932,80 a 2.358,70 m³/s (TR entre 1.000 e 10.000 anos) → Monitoramento das condições da barragem e alerta aos agentes externos da condição de enchente e alagamentos em algumas localidades;</p> <p>b) Infiltração sem controle com possível rompimento da barragem ou rompimento da barragem com formação de onda de cheia em qualquer condição hidrológica → Aviso aos agentes externos sobre a condição de emergência e retirada dos atingidos de jusante</p>

**EMERGÊNCIA - ESTA CONDIÇÃO PODERÁ OCORRER EM QUALQUER CONDIÇÃO HIDROLÓGICA, DEVERÁ SER MONITORADO O NÍVEL DO BARRAMENTO, ATRAVÉS DA**

RÉGUA AUTOMÁTICA E/OU VISUAL, BUSCANDO VERIFICAR UMA REDUÇÃO ANORMAL DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO – POTENCIAL RUPTURA DO BARRAMENTO – SEMPRE VERIFICAR EM CAMPO A VARIAÇÃO DOS NÍVEIS DE ÁGUA.

O AUMENTO REPENTINO DO FLUXO DE ÁGUA NOS FILTROS DO BARRAMENTO COM CARREAMENTO DE MATERIAL INDICANDO UMA INFILTRAÇÃO SEM CONTROLE TAMBÉM É CONDIÇÃO PARA NÍVEL DE ALERTA PODENDO PROGREDIR PARA O NÍVEL EMERGENCIA CASO NÃO SEJA CONTROLADA.

EM CASO DE EMERGÊNCIA DEVERÃO SER AVISADOS TODOS OS AGENTES EXTERNOS (DEFESA CIVIL OU POLÍCIA CIVIL) PARA RETIRADA DOS ATINGIDOS DE JUSANTE BUSCANDO A SEGURANÇA DESTES.

### 5.1.7 Escala de Situações Operativas

Para o atendimento da política básica de operação é necessário estabelecer valores de referência, como níveis e vazões, para delimitar os campos de atuação e de responsabilidades do corpo técnico envolvido. A figura acima exemplifica estes valores.

O objetivo é a funcionalidade do processo, mantendo-se como meta principal a segurança do empreendimento e assegurando uma continuidade na tomada de decisão, compatibilizando o grau de severidade da situação com a estrutura funcional da Empresa.

Para estabelecer os pontos de referência utiliza-se:

- A caracterização do estado hidráulico do reservatório, definido através do seu nível de montante e da vazão afluente de referência;
- A capacidade total de descargas através do vertedouro e das turbinas.

Partindo-se destes valores, ficam caracterizadas as escalas de situações em períodos de cheias como descrito a seguir.

#### a. Graduação de Situações para Período de Cheias

Os procedimentos específicos para a operação e controle do reservatório constam do Manual de Operação do Reservatório. Estes procedimentos são direcionados basicamente pela Graduação de Situações previstas para o Aproveitamento. São eles:

- Situação Normal

Esta faixa caracteriza-se por uma operação direcionada para a manutenção de nível e/ou de geração econômica de energia elétrica, o NA do reservatório pode chegar até a cota equivalente a vazão observada com tempo de recorrência de 10 anos. Não existe uma condição que indique apreensão com relação a segurança do Aproveitamento ou risco de danos de nenhuma espécie, porém deve-se monitorar as precipitações.

- Situação de Atenção

Nesta situação de operação existe a necessidade de acionamento dos mecanismos de descarga do Aproveitamento em função do estado hidráulico. No caso da PCH Cantu 2, por ter soleira livre, há que se garantir que a válvula de descarga da vazão sanitária esteja contribuindo plenamente para o máximo escoamento de montante. Pelas condições naturais de escoamento do Rio já existem danos configurados em áreas ribeirinhas, portanto, deve-se avisar aos agentes externos da ocorrência de enchente com possibilidade de alagamento em localidades do município.

- Situação de Alerta

Nesta situação deve-se garantir o funcionamento pleno dos dispositivos de descarga. Pelas condições naturais de escoamento do Rio já existem danos configurados em áreas ribeirinhas. Sua faixa termina quando os riscos evoluem no sentido de ameaçar significativamente comunidades e/ou benfeitorias de grande porte, atingindo assim uma situação conjuntural de maior severidade. O agentes externos devem ser atualizados sobre a evolução da vazão afluente.

- Situação de Emergência

Esta situação tem início no momento em que se configuram riscos de danos às instalações do Aproveitamento ou as instalações e/ou comunidades situadas a jusante ou a montante da barragem.

A operação é voltada inicialmente para o não rompimento de restrições e em segunda prioridade para a proteção das instalações do aproveitamento, comunidades e benfeitorias de grande porte e, finalmente, para a preservação da segurança da própria barragem.

A tabela a seguir apresenta um resumo das escalas de situação do reservatório da PCH Cantu 2.

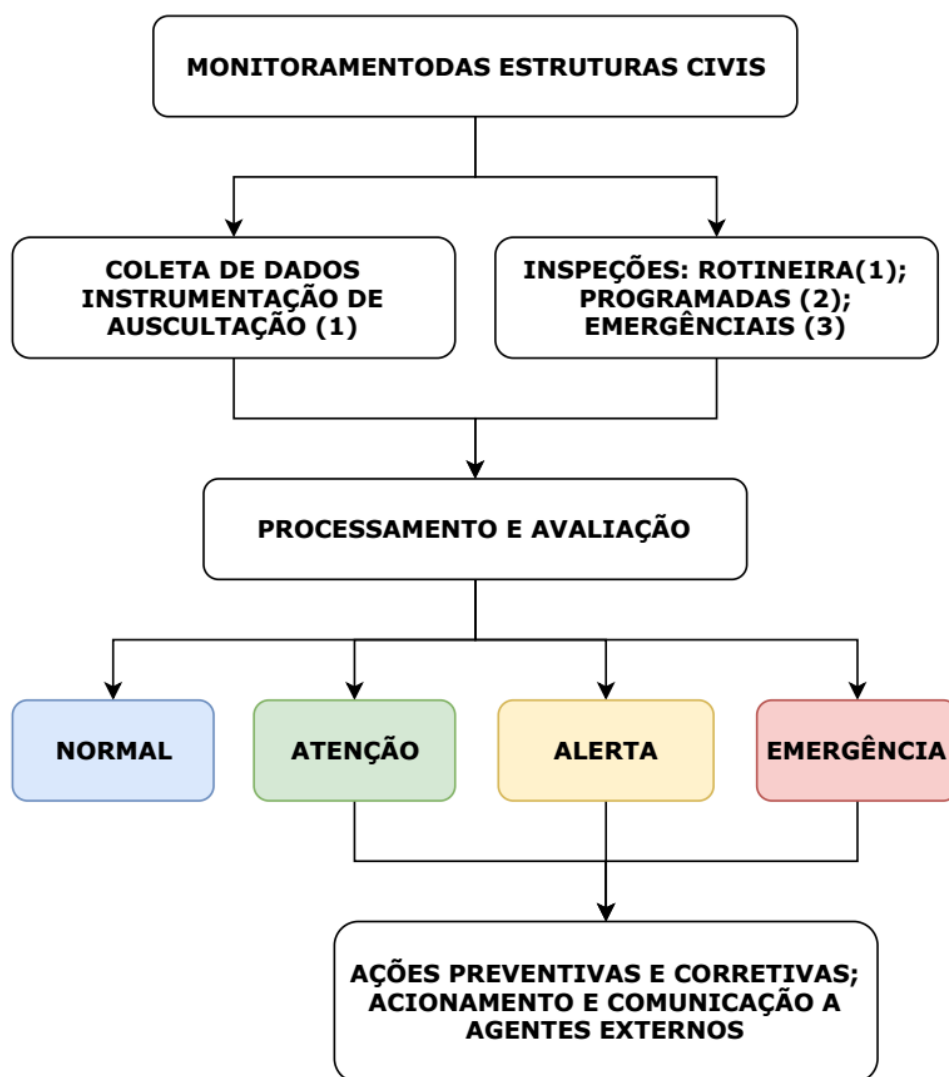
**Resumo das Escalas de Situação do Reservatório da PCH Cantu 2**

TAB 18

Condição Períodos de Cheia	Motivo		
	Risco de Quebra de Restrição	Quebras de Restrições	Riscos de Danos a Grandes Instalações
Normal	Não	Não	Não
Atenção	Não	Não	Não
Alerta	Sim	Não	Não
Emergência	Sim	Sim	Sim

**Estruturas Civis do Aproveitamento**

FIG 12



- (1) Equipe de Operação e Manutenção
- (2) Equipe de Engenharia, Inspeção e Manutenção
- (3) Consultores e Especialistas

O fluxograma apresentado na figura anterior define situações referentes às estruturas civis da PCH. São elas:

- Normal

Situação que não apresenta alterações dos padrões de comportamento das estruturas. Os relatórios de acompanhamento registram os dados monitorados.

- Atenção

Situação que não apresenta alterações dos padrões de comportamento das estruturas a curto prazo, porém exigem controle ou reparo. Os relatórios de acompanhamento registram os dados monitorados.

- Alerta

Esta situação caracteriza-se pela detecção de anomalias nas estruturas civis com risco potencial de danos. A equipe de inspeção e manutenção deverá iniciar os procedimentos de mitigação dos danos detectados e outras ações preventivas para a minimização do agravamento da situação.

Estruturalmente, as condições que podem levar a esta situação podem normalmente ser detectadas através da instrumentação de auscultação e inspeções visuais. Nesta situação deverão ser ativados os contatos com os órgãos de Defesa Civil para a necessária mobilização.

- Emergência

É a situação de falha iminente ou em andamento de uma estrutura de barramento. Os órgãos da Defesa Civil terão confirmado a Situação de Emergência deflagrando com isto todas as ações de mitigação e suporte às comunidades atingidas. A equipe de Operação e Gerência do Aproveitamento deverá manter um canal de comunicação permanente com a Coordenação da Defesa Civil e informar regularmente a evolução do evento crítico.

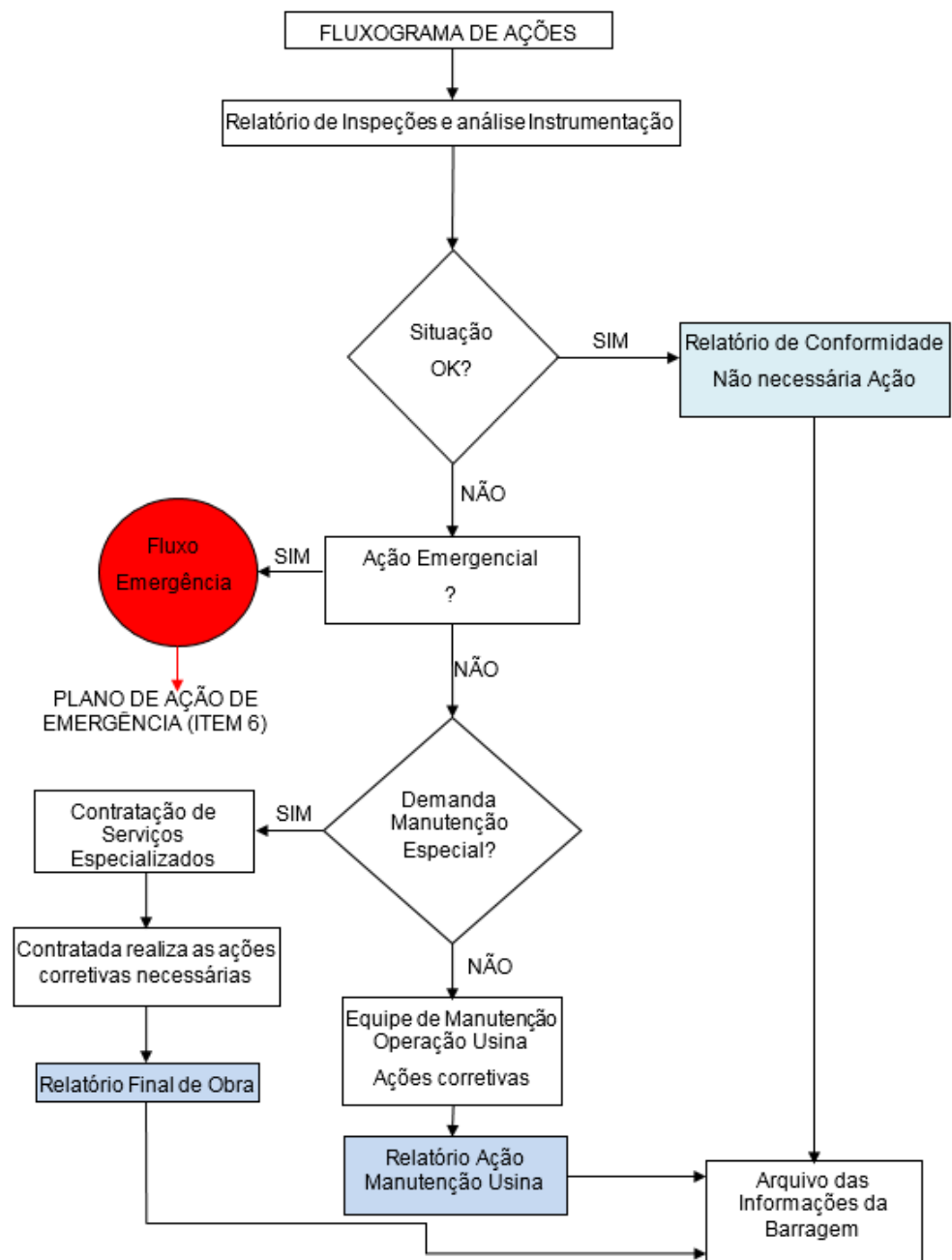
Considerando que o monitoramento das estruturas e o monitoramento hidráulico são realizados concomitantemente, deve-se adotar a situação mais crítica entre ambos. A figura abaixo demonstra o procedimento a ser adotado.

Todas as ações dentro da área física de responsabilidade do empreendimento deverão ser coordenadas exclusivamente pela Comissão de Emergência do Aproveitamento.



Fluxograma Plano de Ações Preventivas

FIG 13



### 5.1.8 Atividades de Comunicação

Os órgãos externos ao Aproveitamento tais como as Coordenadorias Estadual e Municipais de Defesa Civil e outros órgãos governamentais, devem ser acionados toda vez que as defluências totais vigentes ou previstas possam causar danos a áreas ribeirinhas ou outras benfeitorias a jusante do Aproveitamento.

Da mesma forma, durante períodos de longa estiagem que poderão afetar o sistema de abastecimento público e as condições ambientais do trecho de jusante, as autoridades públicas deverão ser informadas da gravidade do evento.

A comunicação operativa entre as diversas Gerências deve ser clara, objetiva e completa, evitando falhas de entendimento ou não repasse de informações que possam colocar em risco pessoas, instalações e a qualidade e segurança do sistema.

A Gerência do Aproveitamento deve informar ao Escritório Sede:

- As ocorrências nas suas instalações que afetem a rede de abastecimento;
- As restrições ao atendimento do Planejamento da Operação;
- Qualquer indisponibilidade não programada (urgência ou emergência) de seus equipamentos que fazem parte da rede de abastecimento;
- Quaisquer modificações nas instalações já existentes e que possam interferir na rede de abastecimento;
- Informações solicitadas pela Gerência Regional e pelo Escritório Sede.

Nos casos em que exista uma potencialidade para a ocorrência de danos às instalações do Aproveitamento, às benfeitorias e às áreas ribeirinhas de jusante, há a necessidade de comunicação com órgãos externos e outros órgãos governamentais. Da mesma forma, nos casos onde os níveis do reservatório possam causar danos a montante do Aproveitamento pelo efeito de remanso, devem ser acionados os mesmos instrumentos de comunicação.

A Comissão de Emergência ou a Assessoria de Comunicação deverá realizar o contato com a Defesa Civil e outras entidades públicas, conforme a ocorrência de cada situação. O Plano de Ação para Situações de Emergência deve ser acionado por esta Comissão.

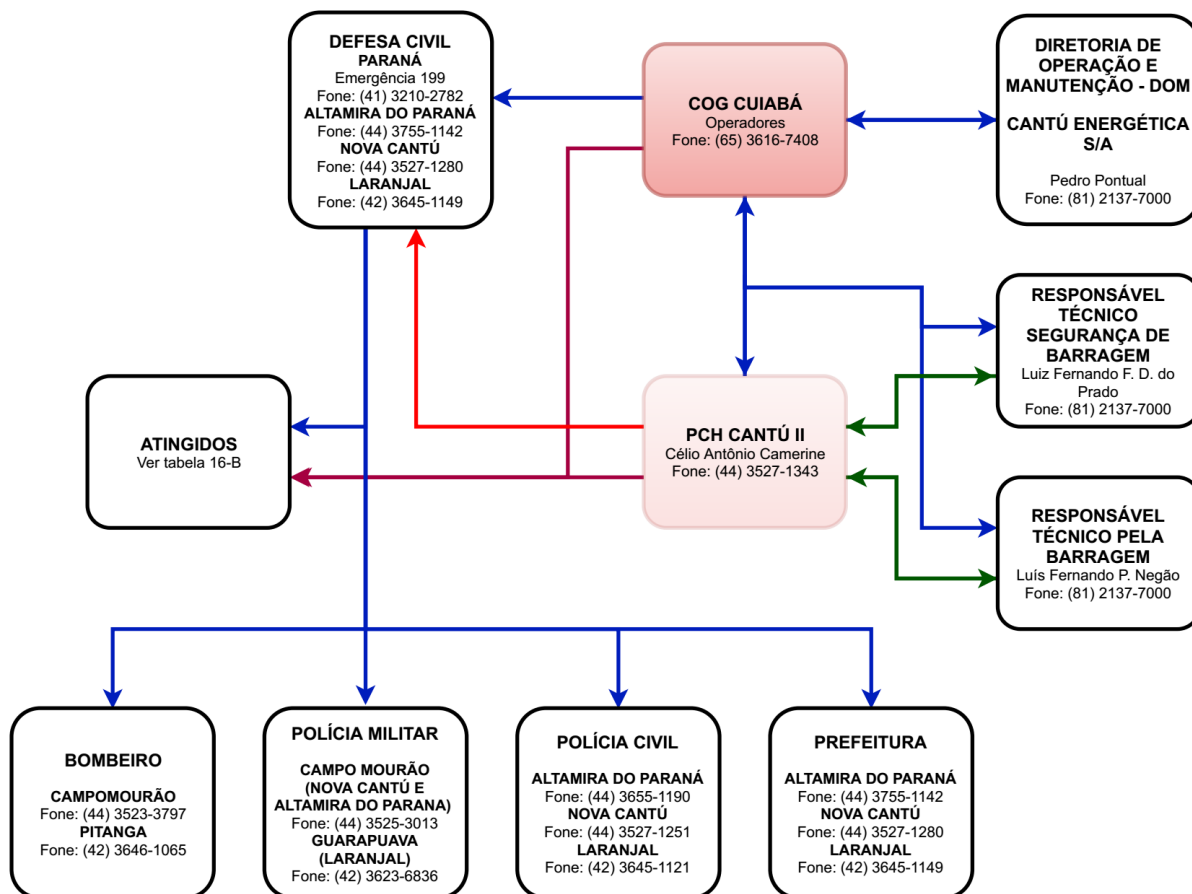
O centro de referência para as ações de controle de cheias em tempo real é o Centro de Operação de Geração - COG da Brennand Energia. Além da troca de informações de rotina durante a ocorrência de uma situação NÃO NORMAL ou de EMERGÊNCIA, deve prover informações de outros agentes que venham a interferir na operação do reservatório da PCH Cantu 2 ou que por eles sejam afetados direta ou indiretamente. É importante ressaltar que em uma situação de operação NÃO NORMAL o comando integral da operação e controle do reservatório é realizado pelo Agente de Geração devendo este manter a Gerência Regional e Gerência da PCH informadas de todas as ações complementares.

### 5.1.9 Acionamento em caso de Emergência

O acionamento em caso de emergência dos agentes envolvidos se dará pelo Fluxograma a seguir que mostra a sequência de tramitação das informações. Este

fluxograma apresenta o responsável pelo acionamento, GOG-CUIABÁ e Cantú Energética S.A., e os agentes externos envolvidos, Defesa Civil do estado do Paraná, bem como Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Polícia Civil e Prefeitura dos municípios de Laranjal, Nova Cantú e Altamira do Paraná.

**Fluxograma de Acionamento:**



**LEGENDA**

- ← Fluxo normal de informação.
- ← Fluxo de informação caso haja falha no sistema de comunicação do COG. Líder da planta assume as ações.
- ← Fluxo de informação partirá do líder da usina em horário comercial e do COG fora do horário comercial, feriados e finais de semana.
- ← Fluxo caso necessário. O primeiro contato será realizado pelo COG.

### 5.1.10 Atividades de Acompanhamento e Avaliação

Quando da fase de operação da usina, deverá ser prevista uma equipe de engenharia com perfil multidisciplinar e amplo conhecimento do projeto e características da usina. Esta equipe funcionará como suporte e retaguarda, analisando sistematicamente os dados monitorados para uma confirmação das indicações da equipe de operação. Sua importância certamente crescerá à medida que os eventos tornarem-se mais críticos. Em casos extremos esta equipe de engenharia poderá ser acompanhada e subsidiada por consultores especialistas.

Nessa etapa, o plano deverá ser complementado com as informações conforme tabela a seguir:

#### Equipe Multidisciplinar

TAB 19

Funcionário	Função
Luiz Fernando Figuredo dias do Prado	Engenheiro de Segurança de Barragem
Célio Antônio Camerine	Coordenador Local de Operação
Alex Klem Godinho	Eletricista de Manutenção
Jair Augustinho de Lara	Mecânico de Manutenção

## 6 PLANO DE AÇÃO EMERGÊNCIAL E RESPONSABILIDADES GERAIS

### 6.1 Plano de Ação para Situações de Emergência - PASE

Este plano está definido segundo o Guia Básico de Segurança de Barragens e a Lei nº12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens como um plano formal que identifica os procedimentos e processos a serem seguidos pelos operadores de uma barragem e pela alta gerência do aproveitamento na eventualidade de situações de emergência. A indicação desta situação baseia-se nos critérios de segurança adotados pelo proprietário do empreendimento, embasados na legislação vigente, nas exigências dos órgãos ambientais, nas interferências com os órgãos de Defesa Civil e de outros agentes externos que possam ser afetados na ocorrência de eventos críticos.

O Plano de Ações para Situações de Emergência tem como objetivos principais os seguintes itens:

- Identificação e avaliação de emergências;
- Definição de procedimentos de comunicação com a população afetada;
- Identificação e descrição de acessos;
- Identificação de instituições e empresas envolvidas.

#### 6.1.1 Identificação e Avaliação de Emergências

O **Manual de Operação do Reservatório**, específico para cada Aproveitamento, descreve detalhadamente a situação operativa do Aproveitamento que configura uma emergência. Apresenta-se da seguinte forma:

**Situação de Emergência:** provocada por uma ocorrência de grandes vazões afluentes ao reservatório, colocando em risco as próprias instalações do Aproveitamento assim como as áreas ribeirinhas situadas a jusante.

O Plano de Ações para Situações de Emergência, abordado neste capítulo, refere-se unicamente às medidas emergenciais que devem ser adotadas para uma situação de grandes afluências, com a indicação da ruptura do barramento implantado.

#### 6.1.2 Definição de Procedimentos de Comunicação

Quando identificada uma das situações de Alerta ou Emergência, a Comissão de Emergência deverá ser convocada e/ou ativada imediatamente.



O acionamento da Comissão de Emergência deverá ocorrer por iniciativa da equipe de operação segundo as normas operativas e a hierarquia de decisão das regras de operação.

A comunicação deverá ser efetuada via telefone com confirmação por escrito através de e-mail. Todas as formas de comunicação deverão ser utilizadas desde que necessário (estações de rádio, televisão, celular, etc.).

Deve-se ressaltar que as ações de suporte aos órgãos de Defesa Civil e de outros agentes externos consideram os seguintes critérios:

- Situação de ALERTA: a responsabilidade pela operação do reservatório permanece junto ao Agente de Operação;
- O fluxo externo de informações deverá ter início quando da emissão do alerta pelo Agente de Operação. A partir deste ponto, será de responsabilidade da Defesa Civil a coordenação geral do fluxo de comunicações externas;
- A Defesa Civil, uma vez comunicada sobre a situação vigente, deverá coordenar um plano de alerta às comunidades afetadas diretamente pelo evento, sendo apoiada por todos os agentes envolvidos na questão.

### 6.1.3 Identificação e Descrição de Acessos

O mapa da figura abaixo mostra os principais acessos à área de entorno do reservatório e a jusante do barramento da PCH Cantu 2.

As principais rodovias de ingresso ao local são:

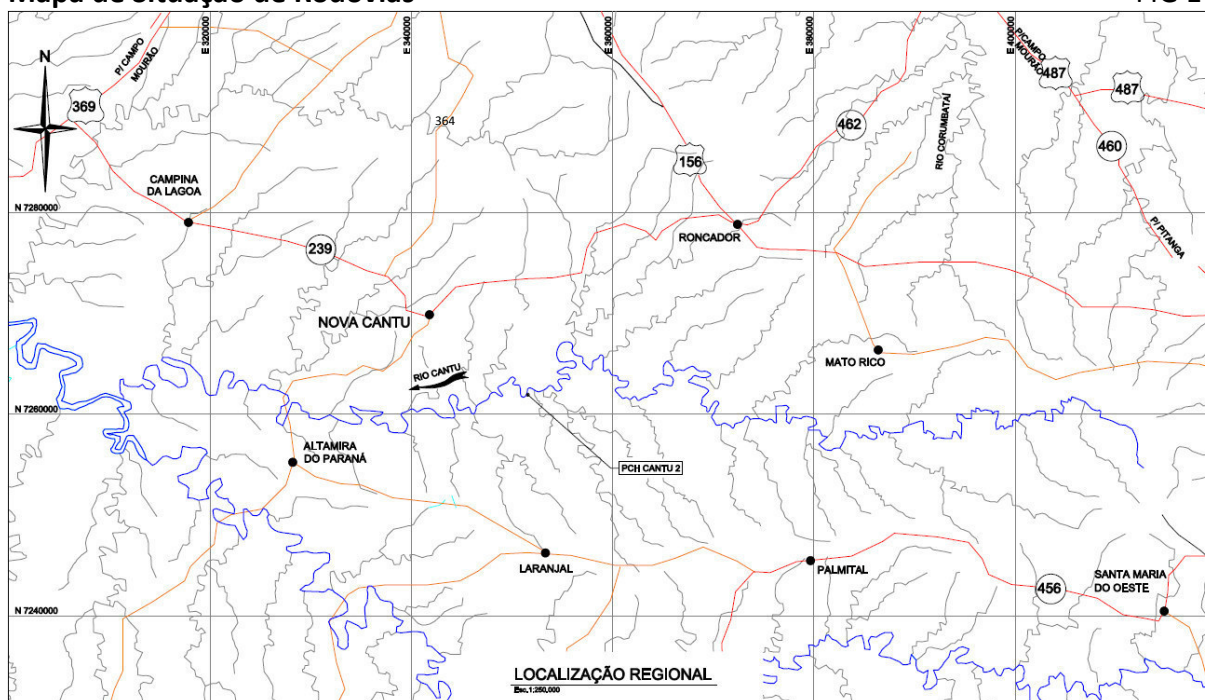
- Federal: BR-466, BR-277, BR-487;
- Estadual: PR-239, PR-364, PR-462.

Existem também, estradas vicinais que dão acesso às propriedades rurais nas proximidades do aproveitamento que não estão destacadas na figura a seguir, constituindo importantes rotas de evacuação das unidades habitacionais na eventualidade de ruptura da barragem da PCH Cantu 2.

Ressalta-se que a PR-364, na região da Ponte, localizada cerca de 65 km do barramento da PCH Cantu 2, não poderá ser utilizada como rota de fuga, visto que possivelmente será atingida pela onda de inundação.

Mapa de Situação de Rodovias

FIG 14



Fonte: EIA/RIMA

#### 6.1.4 Identificação de Instituições e Empresas Envolvidas

É necessário que sejam identificados e cadastrados os representantes das organizações envolvidas no processo, desde proprietários como representantes da administração pública e órgãos da Defesa Civil, bem como a gerência da PCH Cantu 2, quando esta estiver em implantação. As tabelas a seguir apresentam, respectivamente, os principais representantes do Estado, dos Municípios envolvidos e dos Órgãos Federais que possuem responsabilidades organizacionais no caso de possíveis desastres.

**Órgão Estaduais que Possuem Atribuições em Casos de Desastres**

TAB 20

**CEDEC – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil**

Rua Jaci Loureiro de Campos s/n - Palácio das Araucárias - 1º andar  
Centro Cívico CEP 80 530 140 Curitiba - Paraná - Brasil  
Telefone: 41 3210-2782 Telefax: 41 3254-2987  
e-mail [defesacivil@casamilitar.pr.gov.br](mailto:defesacivil@casamilitar.pr.gov.br)

**Cel QOPM ADILSON CASTILHO CASITAS**

Coordenador Estadual de Defesa Civil e Secretário Chefe da Casa Militar

[gabinete@casamilitar.pr.gov.br](mailto:gabinete@casamilitar.pr.gov.br)  
41 3350 2701

**Órgãos Regionais e Municipais que Possuem Atribuições em Casos de Desastres**

TAB 21

Órgão / Município	Telefone Comercial
<b>Altamira do Paraná</b>	
• <b>Coordenação municipal de Defesa Civil</b> João Paulo de Castro Klipe (COMPDEC)	(44) 3755-1142
• <b>Coordenação regional de Defesa Civil</b> Tenente Alexandre 1º Sargento Ramos	(44) 3523-3797
<b>Laranjal</b>	
• <b>Coordenação municipal de Defesa Civil</b> Daniel Neves (COMPDEC)	(42) 3645-1149 (42) 3645- 1131
• <b>Coordenação regional de Defesa Civil</b> Tenente Matheus Venturini Pivoto	(42) 3646-1065
<b>Nova Cantu</b>	
• <b>Coordenação municipal de Defesa Civil</b> José Carlos Gomes (COMPDEC)	(44) 3527-1280 (44) 99720-0061
• <b>Coordenação regional de Defesa Civil</b> Tenente Alexandre 1º Sargento Ramos	(44) 3523-3797

**Órgãos Federais que Possuem Atribuições em Casos de Desastres**

TAB 22

<b>Órgão</b>	<b>Telefone Comercial</b>
Secretaria Nacional de Defesa Civil Federal (Brasília)	(61) 3414-5869
Ministério da Defesa	(61) 3312.4000
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes	(61) 3315-4000
7ª Superintendência Regional da Polícia Rodoviária Federal – Paraná	(41) 35351910

## 6.2 Plano Municipal de Emergência - PME

### 6.2.1 Apresentação

O Plano Municipal de Emergência - PME para a PCH Cantu 2 deve ser estabelecido visando definição de ações e procedimentos a serem adotados quando da ocorrência de inundações a jusante do Aproveitamento, advindas da ocorrência de cheias extremas e/ou falha de elementos estruturais de barramento.

Deverão ser desenvolvidos pelos Municípios com áreas passíveis de inundação e também aqueles contíguos à área do Aproveitamento, os quais poderão contribuir diretamente e indiretamente quando da ocorrência desses eventos.

A maior parte da área de inundação a jusante da PCH Cantu 2, para o caso da ruptura, situa-se em planície com ocupação pecuária e agropecuária. O PME deverá ser estruturado, principalmente, no sentido de apoiar e amparar as comunidades diretamente envolvidas com a operação do Aproveitamento ou afetadas de alguma forma pela inundação.

### 6.2.2 Objetivo

O PME deve visar a articulação e a interação dos municípios diretamente e indiretamente envolvidos com a operação da PCH Cantu 2 bem como com os órgãos públicos municipais, estaduais e federais, órgãos privados, entidades, fundações, grupos voluntários e comunidade de modo geral, atingidos ou não por uma Situação de Emergência causada por grandes inundações, no intuito de serem organizadas e definidas as funções, atribuições e ações de cada participante.

Desta forma, na ocorrência de eventos extremos, tem-se garantida a definição e agilização das medidas e procedimentos cabíveis a cada participante, pré-estabelecidas pelo Plano.

### 6.2.3 Fundamentação e Organização Estrutural

O PME da PCH Cantu 2 deve ter sua estruturação fundamentada no Órgão de Defesa Civil do Estado do Paraná e, mais especificamente, na Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC dos Municípios de Altamira do Paraná, Laranjal e Nova Cantu.

### 6.2.4 Defesa Civil

Em 1970, o Decreto nº 67.347 determinava que os Municípios criassem e mantivessem em perfeito funcionamento uma estrutura apropriada de Defesa Civil adaptada às suas próprias peculiaridades através de uma comissão representativa das forças vivas da comunidade, denominada Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC.

Visando a padronização da Defesa Civil no Brasil, o Governo Federal criou, em 1993, o Decreto nº 895, o qual dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC e dá outras providências.

No estado do Paraná, o Sistema Operacional de Defesa Civil foi instituído no ano de 1979 através do Decreto-Lei nº 69. Posteriormente, em 1996, o governo deste Estado criou o Decreto nº 8.620 que dispõe sobre a regulamentação, a organização e o funcionamento da Defesa Civil e dá outras providências.

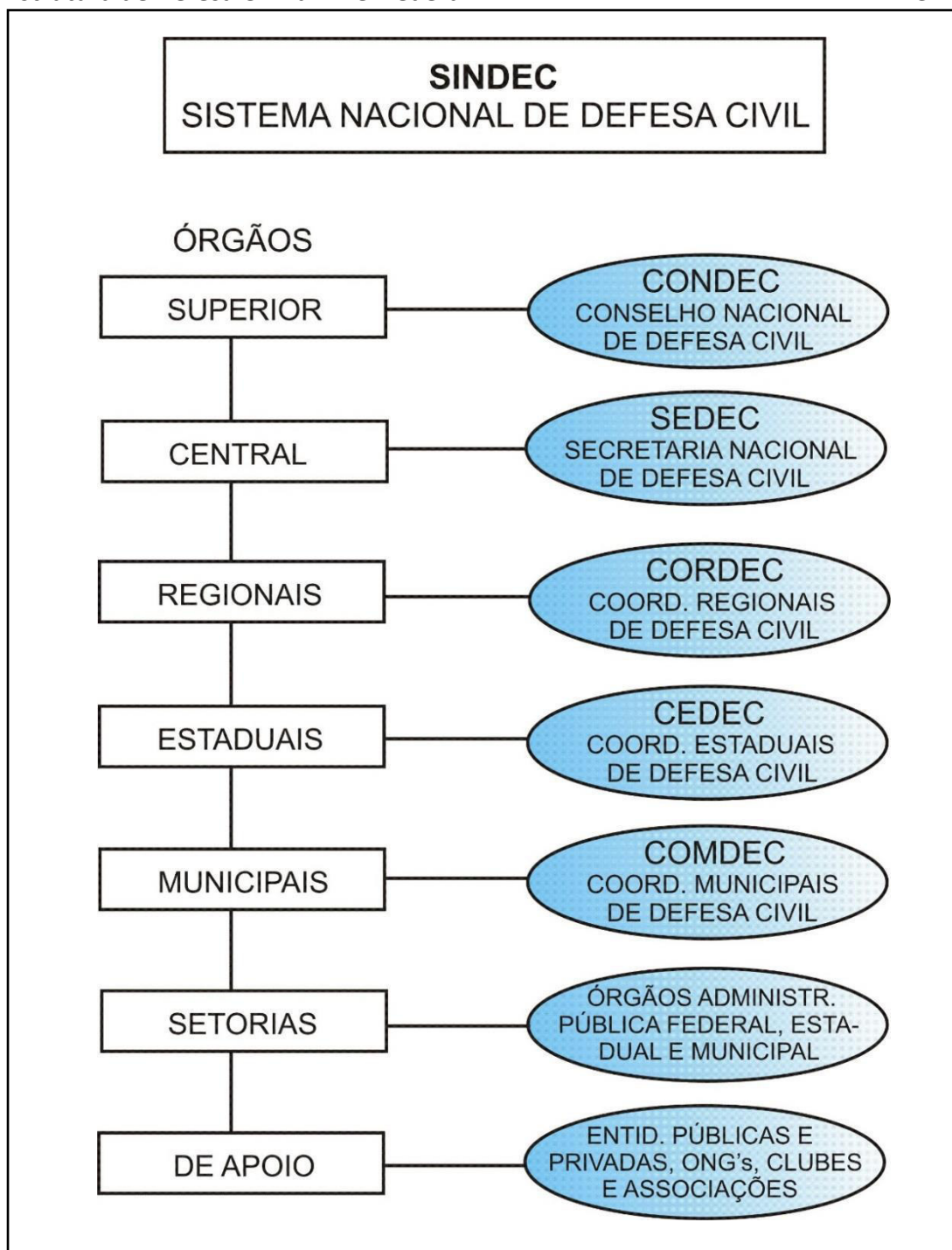
Atualmente, todos os Estados e territórios brasileiros possuem o seu Sistema de Defesa Civil e um grande número de Municípios já instalou suas Comissões Municipais. A título de exemplo, apresenta-se nos itens, a seguir, a estrutura do Sistema de Defesa Civil do Estado do Paraná.

A figura a seguir representa, sob a forma de fluxograma, a estrutura de Defesa Civil ao nível Federal.



Estrutura de Defesa Civil a Nível Federal

FIG 15



#### 6.2.4.1 Legislação Estadual

No Estado do Paraná, a Defesa Civil foi criada pelo Decreto Estadual nº 3.002, de 29 de dezembro de 1972, que vigorou até 1992, quando atendendo ao disposto no Art. 51, inciso II da Constituição Estadual, o Governo do Estado passou a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil para o âmbito da Casa Militar (conforme Lei nº 9.943, de 27

de abril de 1992, que deu nova redação ao Art. 17 da Lei nº 8.485, de 03 de julho de 1987), tendo o Decreto Estadual nº 1.308, de 04 de maio de 1992, aprovado o Regulamento do Sistema Estadual de Defesa Civil, por intermédio do Decreto Estadual nº 1343, datado de 29 de setembro de 1999. Em 16 abril de 1995, o Coordenador Estadual de Defesa Civil instituiu o Conselho de Órgãos Governamentais - COG e em 16 agosto do mesmo ano instituiu o Conselho de Órgãos não Governamentais - CENG, com a participação de diversos segmentos da sociedade paranaense.

#### 6.2.4.2 Ações da Defesa Civil

As ações de Defesa Civil constituem-se em práticas permanentes executadas, tanto em situação de normalidade como de anormalidade, e são desencadeadas em quatro fases circunstanciais.

Em situação de normalidade é desenvolvida a fase preventiva que tem como atividades principais:

- I - FASE PREVENTIVA
  - Organização e operacionalização dos recursos disponíveis;
  - Cadastramento de recursos humanos e materiais;
  - Treinamento da comunidade;
  - Apoio e incentivo à criação e à implementação das Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDECs);
  - Elaboração de planos preventivos e operacionais;
  - Acompanhamento de execução de obras de proteção;
  - Análise e avaliação de operações anteriores;
  - Manutenção de vigilância, alerta e pronto atendimento.

Em situação de anormalidade são desencadeadas as fases de Socorro, Assistencial e Recuperativa, caracterizadas principalmente por:

- II - FASE DE SOCORRO - proteção à vida, à integridade física e ao patrimônio:
  - Salvamento;
  - Primeiros socorros;
  - Evacuação da área;
  - Proteção policial;
  - Instalação de abrigos provisórios;
  - Provisão de alimentos;
  - Avaliação de danos.

- III - FASE ASSISTENCIAL
  - Cadastramento de atingidos - para fins logísticos e de estatística;
  - Seleção de atingidos que necessitem auxílio;
  - Fornecimento de alimentos, medicamentos e agasalhos;
  - Proteção à saúde - controle de qualidade da água e alimentos.
  
- IV - FASE RECUPERATIVA
  - Desobstrução de vias;
  - Descontaminação da água;
  - Restabelecimento de serviços públicos essenciais;
  - Reconstrução de obras;
  - Restabelecimento da economia;
  - Restabelecimento do moral social.

## 6.2.5 Departamento Estadual de Proteção e Defesa Civil

### 6.2.5.1 Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná - CEPDEC

A Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná – CEPDEC tem como objetivo básico desenvolver atividades que vão gerenciar a prevenção, o socorro, a assistência, a reabilitação e a reconstrução das localidades atingidas por desastres, auxiliando a coordenação das ações de Defesa Civil. Plantão 24 horas.

As atividades a cargo do CEPDEC podem ser desenvolvidas em duas situações:

- **Período de Normalidade:** nele devem ser executadas atividades que visam atualizar as informações em microcomputador, tais como:
  - Desenvolvimento de sistemas que darão suporte às ações de Defesa Civil;
  - O monitoramento do tempo, divulgando as previsões para todo o Estado e, em caso de situação de alerta, desencadear as ações preventivas de Defesa Civil, avisando a todos os envolvidos no possível evento adverso.
  
- **Período de Anormalidade:** caracteriza-se como aquele durante o qual serão desenvolvidas as atividades de atendimento ao(s) Município(s) atingido(s) através de ações com base nos dados recebidos, priorizando o atendimento, decidindo quais são as medidas mais urgentes.

Ressalta-se que nas duas situações é indispensável o envolvimento e a participação da comunidade nas ações de Defesa Civil, pois todos, governo municipal, entidades existentes e a população local, são responsáveis pelo bom funcionamento e eficiência das operações.

### 6.2.5.2 Plano de Atendimento a Emergências

Trata-se de um Plano que visa estabelecer os procedimentos legais e organizacionais para operações no estado do Paraná, em resposta a vários tipos de desastres ou em situações de emergência.

Este Plano define responsabilidades conforme as atribuições específicas de cada órgão governamental e organizações de suporte para preparação, socorro, assistência, reabilitação e reconstrução.

Contempla as ações em situações de normalidade e anormalidade, garantindo o emprego de procedimentos rápidos e seguros na eminência de desastres ou na sua efetivação.

Sua operacionalização se dá sob a coordenação do Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná - CEPDEC.

### 6.2.6 Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC

A base de estrutura da Defesa Civil está no Município e, por ser sua comunidade a primeira a sofrer o embate do evento adverso e seus efeitos, é importante que a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC, seja instruída, ativada ou dinamizada para o atendimento da calamidade.

A implantação de uma Coordenadoria Municipal de Defesa Civil é feita pela Prefeitura Municipal. Cabe ao prefeito determinar a criação de uma COMDEC. A iniciativa pode partir das autoridades locais ou dos cidadãos da comunidade, conscientes da necessidade deste órgão para a segurança da população.

O órgão municipal de Defesa Civil, a COMDEC, é formado pelas autoridades locais, líderes comunitários, membros do setor privado, ONG's e voluntários que cumprem a plenitude de sua cidadania.

Deverá ter a seguinte composição, criada por Portaria:

- Coordenador ou Secretário Executivo;
- Conselho comunitário; e,
- Setores que desenvolvam principalmente as seguintes atividades:
  - Área administrativa: atividades de cadastramento e revisão de recursos materiais, humanos e financeiros;
  - Área de minimização de desastres: atividades de avaliação de riscos e a redução de riscos de desastres aos quais o Município está sujeito e pelo desenvolvimento institucional, de recursos humanos e científico-

tecnológico, mobilização, monitorização, alerta, alarme, aparelhamento, apoio logístico, entre outros;

- Área operacional: atividades de socorro às populações em risco, assistência às pessoas afetadas e reabilitação dos cenários dos desastres e pelo restabelecimento dos serviços públicos essenciais, a economia da área, o bem-estar da população e o moral social.

Seu funcionamento dar-se-á da seguinte forma:

- Reunir-se, ordinária e extraordinariamente, na sede determinada e em datas estabelecidas; e,
- Decidir de acordo com a maioria dos membros.

A Defesa Civil é constituída pelas atividades e ações articuladas, sob coordenação única, envolvendo o poder público e a comunidade no sentido de melhor dotar o Município de meios de proteção e atendimento às suas populações urbanas e rurais.

Do total de Municípios brasileiros, mais da metade já conta com a sua Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC, a qual, ao ser criada através de Lei Municipal, fica integrada institucionalmente no Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC.

Seu objetivo básico é congregar as forças vivas e institucionais da área, a fim de motivá-las a participarem de uma organização aberta e que tenha como preocupação fundamental capacitar-se para que nas situações emergenciais adversas estejam devidamente preparadas para enfrentá-las.

Embora os fenômenos naturais ou mesmo as situações críticas causadas pelo próprio homem não sejam comuns em determinadas áreas, é de toda conveniência que a população (autoridades, serviços e o público) esteja efetivamente habilitada e dotada de meios a fim de evitar ou minimizar, o quanto possível, os efeitos dessas ocorrências.

Para que as ações operacionais sejam eficazes, visando defender a vida, é necessário que a COMDEC venha a manter-se em estado permanente de alerta e devidamente preparada para fazer frente às situações emergenciais.

Isto significa tornar o Município perfeitamente capacitado a agir no momento oportuno, através do acionamento de planos operacionais específicos, previamente elaborados contando com todos os recursos institucionais, humanos e materiais disponíveis, cadastrados e com funções definidas.

Deste modo, estará a COMDEC perfeitamente habilitada e orientada quando os efeitos dessas ocorrências adversas extrapolarem as condições desse atendimento com recursos do próprio Município, devendo então recorrer ao Governo Federal.



Caberá ao Governo Estadual auxiliar o Município e, quando esgotadas as suas possibilidades, recorrer à União.

Participando do Sistema, a entidade local deverá estar integrada nos planos preventivos a serem preparados com outras unidades municipais, abrangendo as áreas críticas com a participação estadual.

### 6.2.6.1 Plano Geral de Atividades

As atribuições da COMDEC estão estabelecidas por legislação Federal que organiza o SINDEC e por demais atos legais, aprovados pelas legislações estaduais e Municipais, de forma complementar.

Abaixo estão listadas as atividades e atribuições cabíveis a COMDEC:

- Coordenar e executar as ações de Defesa Civil;
- Priorizar o apoio às ações preventivas e às relacionadas com a Minimização de Desastres;
- Manter atualizadas e disponíveis as informações relacionadas com a Defesa Civil;
- Elaborar e implementar planos diretores, preventivos, de contingência e de ação, bem como programas e projetos de Defesa Civil;
- Analisar e recomendar a inclusão de áreas de riscos no Plano Diretor estabelecido pelo § 1º do art. 182 da Constituição;
- Vistoriar áreas de risco e recomendar a intervenção preventiva, o isolamento e a evacuação da população de áreas e de edificações vulneráveis;
- Manter atualizadas e disponíveis as informações relacionadas com as ameaças, vulnerabilidades, áreas de riscos e população vulnerável;
- Implantar o banco de dados e elaborar os mapas temáticos sobre ameaças, vulnerabilidades e riscos de desastres;
- Estar atenta às informações de alerta dos órgãos de previsão e acompanhamento para executar planos operacionais em tempo oportuno;
- Implantar e manter atualizados o cadastro de recursos humanos, materiais e equipamentos a serem convocados e utilizados em situações de anormalidades;

- Proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres, e ao preenchimento do FIDE – Formulário de Informações de Desastre;
- Propor à autoridade competente a decretação ou homologação de Situação de Emergência e de Estado de Calamidade Pública, observando os critérios estabelecidos pelo COMDEC;
- Executar a distribuição e o controle dos suprimentos necessários ao abastecimento da população, em situações de desastres;
- Capacitar recursos humanos para as ações de Defesa Civil;
- Implantar programas de treinamento para voluntariado;
- Realizar exercícios simulados para adestramento das equipes e aperfeiçoamento dos Planos de Contingência;
- Participar do SINDESB e promover a criação e a interligação de Centros de Operações;
- Promover a integração da Defesa Civil Municipal com entidades públicas e privadas, e com os órgãos Estaduais, Regionais e Federais;
- Estudar, definir e propor normas, planos e procedimentos que visem à prevenção, socorro e assistência da população e recuperação de áreas de risco ou quando estas forem atingidas por desastres;
- Informar as ocorrências de desastres ao Órgão Estadual e a Secretária Nacional de Defesa Civil;
- Prever recursos orçamentários próprios necessários às ações assistenciais, de recuperação ou preventivas, como contrapartida às transferências de recursos da União, na forma da legislação vigente;
- Implementar ações de medidas não-estruturais e medidas estruturais;
- Promover campanhas públicas e educativas para estimular o envolvimento da população, motivando ações relacionadas com a Defesa Civil, através da mídia local;
- Sugerir obras e medidas de prevenção com o intuito de reduzir desastres;
- Participar e colaborar com programas coordenados pelo SINDEC;
- Comunicar aos órgãos competentes quando a produção, o manuseio ou o transporte de produtos perigosos colocarem em perigo a população;
- Promover mobilização comunitária visando à implantação de NUDEC, ou entidades correspondente, especialmente nas escolas de nível fundamental e médio e em áreas de riscos intensificados e
- Estabelecer intercâmbio de ajuda com outros Municípios (comunidades irmanadas).

Convém lembrar que em qualquer situação (período de normalidade ou período de anormalidade) é indispensável o envolvimento e a participação da comunidade nas ações de Defesa Civil. Tanto o governo municipal como as entidades não governamentais e a população local são responsáveis pelo bom funcionamento e eficiência das operações.

Assim, há necessidade de se estabelecer um Plano Geral que contemple atividades a cargo dos agentes governamentais e das entidades públicas e privadas, permitindo a execução de ações que beneficiem a todos da comunidade.

O referido Plano deve enfatizar itens contendo:

- **Objetivos Gerais**
  - Aproveitar ao máximo a estrutura governamental do Município;
  - Utilizar os serviços e cooperação das entidades públicas e privadas existentes no Município;
  - Desenvolver o espírito comunitário e solidário da população.
  
- **Objetivos Específicos**
  - Organizar e coordenar as lideranças dos Municípios para enfrentar situações adversas;
  - Estabelecer normas e planos de ação destinados a prevenir e combater os efeitos danosos de calamidades;
  - Mobilizar os meios e órgãos de ação do Município e atribuir-lhes responsabilidades;
  - Conhecer e levantar os recursos municipais como “sistema de reserva” disponível para atendimento em casos de emergência;
  - Organizar um cadastro completo de recursos humanos e materiais com fichas, contendo nomes, endereços, telefones, horários, localização, pessoas responsáveis, especificações de número, quantidade, disponibilidade, etc.

### 6.2.7 Núcleo de Defesa Civil – NUDEC

A Política Nacional de Defesa Civil aponta o Núcleo Comunitário de Defesa Civil – NUDEC – como o elo mais importante de Sistema Nacional de Defesa Civil.

Tem como finalidade implementar a integração de todo o Sistema de Defesa Civil, empresas, estabelecimentos de ensino, comunidade e instituições de segurança pública para garantir uma ação conjunta de toda a sociedade nas ações de segurança social. Através de programas de mudança cultural e treinamento, deve-se buscar o engajamento de comunidades participativas, informadas, preparadas e cômicas de seus direitos e deveres relativos à segurança comunitária. O agente de Defesa Civil será a ligação entre o poder constituído e sua comunidade, multiplicando as informações recebidas e articulando discussões sobre problemas e formas de intervenções.

Os Núcleos Comunitários de Defesa Civil fundamentam-se, basicamente, na promoção de mudança cultural em dois níveis – Participação e Prevenção. É no NUDEC que poderão acontecer os debates acerca da questão da segurança da

localidade numa perspectiva da Segurança Global da População, pois os acidentes e desastres acontecem prioritariamente nos espaços locais. Muito antes da chegada dos profissionais melhor vocacionados para o atendimento da emergência, a população local se faz presente, por isso é indiscutível que os danos serão tanto menores quanto mais preparada estiver a comunidade.

O NUDEC é formado por um grupo comunitário organizado em um distrito, bairro, rua, edifício, associação comunitária, entidade etc., que participa de atividades de Defesa Civil como voluntários. Os coordenadores municipais desses grupos em cada Município da região já foram relacionados na Tabela 13.

A instalação do NUDEC é prioritária em áreas de risco de desastres e tem por objetivo organizar e preparar a comunidade local a dar a pronta resposta aos desastres.

Principais atividades do NUDEC:

- Incentivar a educação preventiva;
- Organizar e executar campanhas;
- Cadastrar os recursos e os meios de apoio existentes na comunidade;
- Coordenar e fiscalizar o material estocado e sua distribuição;
- Promover treinamentos;
- Manter contato permanente com a CONDEC;
- Colaborar com a COMDEC na execução das ações de Defesa Civil.

### 6.2.8 Critérios e Procedimentos para a Decretação de Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP)

O fato adverso acontece no Município e, evidentemente, cabe à COMDEC coordenar as atividades e reunir os recursos para enfrentar o problema.

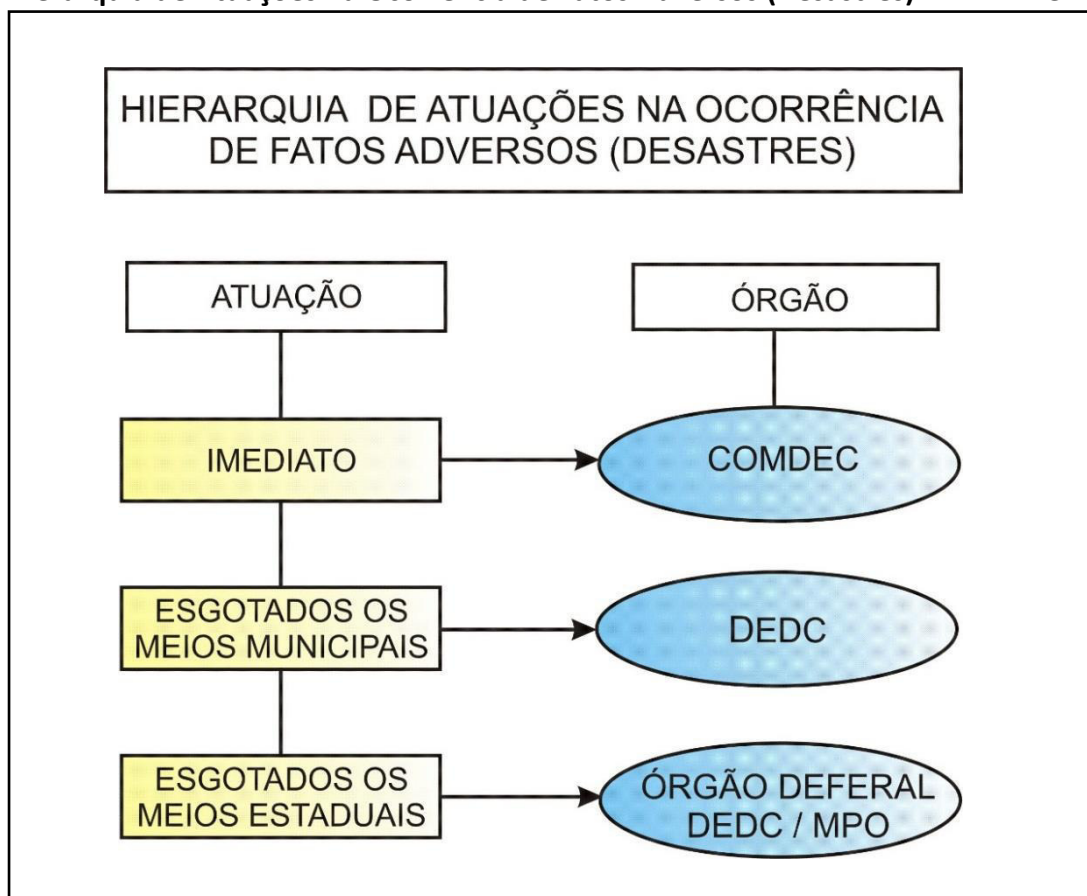
Esgotados os meios locais o Município solicita auxílio à Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná - CEPDEC, que se encarregará de coordenar os esforços dos órgãos estaduais.

Na eventualidade dos danos serem de maior monta, a CEPDEC solicita a colaboração do Departamento de Defesa Civil/MPO - órgão Federal específico para prestar assistência nos eventos adversos.

A figura abaixo representa a “hierarquia” a ser seguida quando da ocorrência de fatos adversos.

Hierarquia de Atuações na Ocorrência de Fatos Adversos (Desastres)

FIG 16



Quando da ocorrência de um desastre, face à extensão dos danos e áreas atingidas, mediante proposta do Coordenador da Coordenadoria de Defesa Civil - CEDEC, o Governador do Estado poderá declarar Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública.

A Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública dependem do prévio reconhecimento, ao nível municipal, e serão declarados, pelo Governador do Estado, à vista de proposição formal do Coordenador de Defesa Civil ao Secretário de Estado de Segurança Pública, objetivando:

- I Atuação integrada de órgãos do Governo;
- II Atuação, em regime especial de trabalho, em órgãos que desenvolvam serviços de utilidade pública;
- III Poderes e recursos extraordinários para as atividades de socorro, assistência e recuperação;
- IV Reconhecimento oficial de que houve uma situação grave - para fins de seguro e solicitação de recursos a órgãos federais.

A Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública serão decretados pelo Prefeito Municipal, quando o evento atingir o Município, ou pelo Governador do



Estado, quando tiver caráter regional, devendo constar no decreto a previsão de vigência, área de abrangência sinistrada e sua suspensão imediata após a volta à normalidade.

Quando decretada pelo Prefeito Municipal, caberá a este, ouvida a COMDEC, baixar decreto municipal declarando todo Município - ou apenas determinadas áreas dele - em Situação de Emergência ou em Estado de Calamidade Pública.

O decreto municipal deve ser encaminhado à Diretoria de Defesa Civil a fim de que o Governo do Estado, por sua vez, homologue através do decreto a Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública existente no Município.

Ambos os decretos - do Município e do estado - devem ser encaminhados pela CEPDEC ao Departamento de Defesa Civil / MPO a fim de que o órgão Federal baixe PORTARIA MINISTERIAL reconhecendo o que se passa no Município.

A decretação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública não é e não deve ser feita como o objetivo único de recorrer aos cofres do Estado ou da União, para solicitar recursos financeiros.

A decretação significa a garantia plena da ocorrência de uma situação anormal em uma área do Município que determinou a necessidade de o prefeito declarar Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, para ter efeito na alteração dos processos de governo e da ordem jurídica no território considerado, durante o menor prazo possível para restabelecer a situação de normalidade.

### 6.2.8.1 Classificação dos Desastres

De acordo com o estabelecido na Instrução Normativa Nº01 de 24 de agosto de 2012, Art. 3º, a intensidade dos desastres podem ser classificadas em dois níveis:

- Desastres de nível I – Média intensidade;
- Desastres de nível II – Alta intensidade.

A classificação quanto a intensidade dos desastres obedece a critérios baseados na relação entre:

- I A necessidade para o reestabelecimento da situação de normalidade;
- II A disponibilidade desses recursos na área afetada pelo desastre e nos diferentes níveis do SINDEC.

São desastres de nível I aqueles em que os danos e os prejuízos são suportáveis e superáveis pelos governos locais e a situação de normalidade pode ser reestabelecida

com os recursos mobilizados em nível local e ou complementados com o aporte de recursos estaduais e federais.

São desastres de nível II aqueles em que os danos e prejuízos não são superáveis e suportáveis pelos governos locais, mesmo quando bem preparados, e o reestabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação coordenada das três esferas de atuação do sistema Nacional de proteção e Defesa Civil – SINPDEC e, em alguns casos, de ajuda internacional.

Os desastres de nível I engessam a decretação de Situação de Emergência, enquanto os desastres de nível II a de Estado de Calamidade Pública.

Caracterizam os desastres de nível I ou II a ocorrência de pelo menos dois dos danos entre danos humanos, materiais e ambientais, importem no prejuízo econômico público ou no prejuízo econômico privado e, comprovadamente, afetem a capacidade do poder público local de responder e gerenciar a crise instalada. Pode-se determinar a intensidade dos danos e relacioná-los com os determinados níveis com o uso das tabelas abaixo:

**Danos Humanos**

TAB 23

Descrição	Situação de Emergência	Estado de Calamidade Pública
Mortos	1-9	≥ 10
Afetados	1-99	≥ 100

**Danos Econômicos**

TAB 24

Descrição	Situação de Emergência	Estado de Calamidade Pública
Somatório da quantidade de instalações públicas de: saúde, ensino e prestadoras de outros serviços destruídos ou danificados	1-9	≥ 10
Ou quantidade de instalações de uso comunitário destruídas ou danificadas	1-9	≥ 10
Ou quantidade de unidades habitacionais destruídas ou danificadas	1-9	≥ 10
Ou quantidade de obras de infraestrutura destruídas ou danificadas	1-9	≥ 10

**Danos Ambientais**

TAB 25

Descrição	Situação de Emergência		Estado de Calamidade Pública	
	Até 10.000 hab.	Acima de 10.000 hab.	Até 10.000 hab.	Acima de 10.000 hab.
Contaminação da água	10 a 20%	5 a 10%	Acima de 20%	10 a 20%
Contaminação do solo	10 a 20%	5 a 10%	Acima de 20%	10 a 20%
Contaminação do ar	10 a 20%	5 a 10%	Acima de 20%	10 a 20%
Incêndios em Parques, APA's e APP's	Até 40%		Acima de 40%	

Os desastres também são classificados em função de sua evolução:

- I Desastres súbitos ou de evolução aguda;
- II Desastres graduais ou de evolução crônica.

São desastres súbitos ou de evolução aguda os que se caracterizam pela velocidade com que o processo evolui e pela violência dos eventos adversos causadores dos mesmos, podendo ocorrer de forma inesperada e surpreendente ou ter características cíclicas e sazonais, sendo assim facilmente previsíveis.

São desastres graduais ou de evolução crônica os que se caracterizam por evoluírem em etapas de agravamento progressivo.

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil adotará a classificação dos desastres constante no Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT), do centro de pesquisa sobre epidemiologia de desastres (CRED) da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU) e a simbologia correspondente.

Os desastres podem ainda ser classificados quanto a sua origem em desastres naturais ou tecnológicos.

São desastres naturais aqueles causados por processos ou fenômenos naturais que podem implicar em perdas humanas ou outros impactos a saúde, danos ao meio ambiente, à propriedade, interrupção dos serviços e distúrbios sociais e econômicos.

São desastres tecnológicos aqueles originados de condições tecnológicas ou industriais, incluindo acidentes, procedimentos perigosos, falhas na infraestrutura ou atividades humanas específicas, que podem implicar em perdas humanas ou outros impactos à saúde, danos ao meio ambiente, à propriedade interrupção dos serviços e distúrbios sociais e econômicos.

Para atender à classificação dos desastres do banco de dados internacional de desastres (EM-DAT), a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil passa a adotar

a codificação brasileira de desastres – COBRADE, que segue como anexo deste relatório.

Quanto a periodicidade dos desastres classifica-se em esporádicos e cíclicos ou sazonais.

São considerados desastres esporádicos os desastres que ocorrem raramente com possibilidade limitada de previsão.

São considerados desastres cíclicos ou sazonais aqueles que ocorrem periodicamente e guardam relação com as estações do ano e os fenômenos associados.

#### 6.2.8.2 Procedimentos para Homologação e Reconhecimento de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública

A Instrução Normativa Nº01 de 24 de Agosto de 2012 estabelece os procedimentos e critérios para a decretação de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento Federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providencias.

Os procedimentos para homologação Estadual e reconhecimento Federal possuem diferentes sistemas eletrônicos para a solicitação da Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública.

O sistema SISDC é o sistema utilizado pela Defesa Civil do estado do Paraná onde cada coordenador municipal de Defesa Civil deverá possuir um cadastro. É através deste sistema que será possível o cadastramento da ocorrência de evento desastroso no Município.

Concluído o preenchimento no sistema informatizado estadual e o Município necessite de apoio complementar ao prestado pelo estado, o Município deverá preencher o sistema S2ID, com vistas a obtenção do reconhecimento Federal da Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública.

- Reconhecimento Estadual de SE ou ECP

O preenchimento do Formulário de Informações do Desastre – FIDE, no sistema informatizado da coordenação estadual de proteção e Defesa Civil (SISDC) tem como objetivo verificar se o desastre atende aos critérios para decretação de Situação de Emergência / Estado de Calamidade Pública, ou se constará apenas para fins de registro.

Para inserir o FIDE, o coordenador municipal de Defesa Civil deverá acessar o SISDC ou o S2ID, e inserir os dados básicos da ocorrência, atentando para o

desastre principal e desastres secundários, inserir croqui, e demais dados necessários, e por fim indicar a finalidade do preenchimento do FIDE.

Após isso, o coordenador deverá acompanhar o andamento do seu registro.

No Anexo I, está apresentado modelo de FIDE e instruções básicas para preenchimento.

- Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública

Para caracterização de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, o desastre deverá apresentar os seguintes requisitos:

- 1º) De acordo com os artigos 4º e 5º da Instrução Normativa nº001/2012 – Ministério da Integração Nacional, será necessária a ocorrência de pelo menos dois tipos de danos, dos três previstos na Instrução Normativa, dentre Danos Humanos, Materiais e Ambientais, apresentados no item anterior.
- 2º) De acordo com os artigos 4º e 5º da Instrução Normativa nº001/12 – Ministério da Integração Nacional, será necessário a ocorrência de pelo menos um dos índices de prejuízos previstos a seguir (público ou privado):

#### Índices de Prejuízos Privados e Públicos

TAB 26

Descrição	Situação de Emergência	Estado de Calamidade Pública
Total de prejuízos privados	8,33 a 24,92% da RCL	Acima de 24,93% da RCL
Total de prejuízos públicos	2,77 a 8,32% da RCL	Acima de 8,33% da RCL

Verificado que o desastre atende aos requisitos para decretação de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, o coordenador municipal de proteção e Defesa Civil deverá concluir o preenchimento dos 03 formulários propostos no SISDC (FIDE, DMATE e DECRETO).

- Homologação Estadual

Prevista no Decreto Estadual nº 9.557/13, em seu art.º 15 – Parágrafo único, a homologação da Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública objetiva, entre outras, as seguintes ações:

- I Atuação integrada dos órgãos e entidades governamentais;
- II Atuação em regime especial de trabalho, dos órgãos que desenvolvem serviços de utilidade pública;
- III Poderes e recursos extraordinários para as atividades de socorro, assistência e recuperação;



- IV Reconhecimento oficial de que houve uma situação grave, para que surtam os efeitos decorrentes dessa situação específica nas esferas correspondentes;
- V Envio de ajuda humanitária pela coordenação estadual de Proteção e Defesa Civil

O processo de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública deve ser composto dos seguintes documentos:

- a) FIDE – Devidamente preenchido e assinado pelo coordenador municipal de Proteção e Defesa Civil;
- b) DMATE – Preenchida e assinada pelo prefeito municipal;
- c) Decreto municipal assinado e
- d) Laudos comprobatórios de danos e prejuízos que foram descritos no FIDE.

Os documentos deverão ser anexados no item Processo, acessado através do SISDC, para que a situação seja homologada pelo Governador do Estado.

- Ajuda Humanitária

Caso o Município necessite de apoio complementar do governo estadual com Ajuda humanitária (Telhas, Cestas básicas, alimentação emergencial), o coordenador municipal de proteção e Defesa Civil deverá enviar solicitação por escrito, Ofício à coordenação estadual de Proteção e Defesa Civil indicando as razões. Cabe ressaltar que o apoio emergencial só ocorrerá se:

- 1º) Todos os critérios para a decretação de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública foram atendidos;
- 2º) Os formulários (FIDE, DMATE, DECRETO), estiverem devidamente preenchidos analisados e registrados no SISDC.

- Decretação Estadual de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública

Conforme o Art. 2º, Parágrafo 3º da Instrução Normativa nº 001/12 do Ministério da Integração Nacional, nos casos em que os desastres forem resultantes do mesmo evento adverso e atingirem mais de um Município concomitantemente, o governador do estado poderá decretar Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, remetendo os documentos à secretaria nacional de proteção e Defesa Civil para análise e reconhecimento caso necessite de ajuda Federal.

O parágrafo 4º da Instrução Normativa nº 001/12 informa que os Municípios incluídos no Decreto Estadual encaminharão os documentos (FIDE, DMATE, Fotos e Laudos) ao órgão de proteção e Defesa Civil do governo estadual que

fará a juntada e encaminhará ao Ministério da Integração Nacional para reconhecimento da situação anormal.

- Reconhecimento Federal

Concluído o preenchimento no sistema informatizado estadual e o Município necessite de ajuda complementar do governo Federal, o Município deverá iniciar o preenchimento no sistema Federal (S2ID), com vistas à obtenção do reconhecimento Federal da Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública.

Caso o Município não possua a senha de acesso, deverá realizar a solicitação de senha de acesso ao sistema da Defesa Civil Federal.

De posse da senha de acesso e login, o coordenador municipal de proteção e Defesa Civil iniciará o preenchimento do processo de reconhecimento Federal, inserindo os formulários FIDE, DMATE, relatório fotográfico e por fim anexar os seguintes documentos:

- a) Ofício (Requerimento): assinado pelo prefeito, solicitando o reconhecimento Federal da Situação de Emergência;
- b) Parecer favorável da COMDEC: parecer informando ao prefeito que o desastre em questão caracteriza Situação de Emergência;
- c) Decreto municipal se Situação de Emergência ou estado de calamidade pública.

O prazo para preenchimento do processo de reconhecimento Federal deverá ser concluído em 10 dias contados a partir da data da ocorrência do desastre.

Para facilitar o preenchimento dos formulários, os mesmos dados utilizados no sistema estadual deverão ser utilizados no preenchimento dos formulários federais.

Assim que a portaria de reconhecimento for emitida e assinada, o status no S2ID aparecerá como “reconhecido”, e a portaria estará disponível para acesso no diário oficial da união (site [www.in.gov.br](http://www.in.gov.br)).

A coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil mantém permanentemente o acompanhamento dos processos informando os coordenadores municipais quando ocorre a homologação estadual e o reconhecimento Federal de situação de emergência ou Estado de Calamidade Pública. Todas as publicações são anexadas no item “documentos” da ocorrência cadastrada no SISDC.

- Transferências de recursos

Os recursos serão repassados para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios, observará as disposições da Lei 12.340 de 1º de dezembro de 2010, e poderá ser feita por meio de depósito em conta específica mantida pelo ente beneficiário em instituição financeira Federal, ou, do Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil, (Funcap) a fundos instituídos pelos Estados, Distrito Federal e Municípios, com fim específico de execução das ações previstas no art. 8º desta mesma Lei.

O Funcap, de natureza contábil e financeira, vinculado ao Ministério da Integração Nacional, terá como finalidade custear todo, ou em parte as ações de prevenção em áreas de risco de desastre e as ações de recuperação das áreas atingidas por desastres em entes federados que tiverem a Situação de Emergência ou o Estado de Calamidade Pública reconhecidos nos termos do Art.º 3º da lei nº 12.340 de 1º de Dezembro de 2010. Os recursos do Funcap serão transferidos diretamente aos fundos constituídos pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios cujos objetos permitam a execução das ações a que se refere o Art. 8º após o reconhecimento Federal da Situação de Emergência ou do Estado de Calamidade Pública ou a identificação da ação como necessária à prevenção do desastre, dispensada a celebração de convênio ou outros instrumentos jurídicos.

De acordo com o Art. 1º-A, 2º parágrafo da lei nº 12.340 de 1º de dezembro de 2010, será de responsabilidade exclusiva dos Estados, Distrito Federal e dos Município beneficiados:

- a) Demonstrar necessidade pelos recursos demandados;
- b) Apresentar, exceto nas ações de resposta plano de trabalho ao órgão responsável, pela transferência dos recursos, na forma e no prazo definidos em regulamento;
- c) Apresentar estimativas de custos necessários à execução das ações previstas no caput, com exceção das ações de resposta;
- d) Realizar todas as etapas necessárias à execução das ações de prevenção em área de risco e de resposta e de recuperação de desastres, nelas incluídas a contratação e execução das obras, ou prestação de serviços, inclusive de engenharia, em todas as suas fases; e
- e) Prestar contas das ações de prevenção, de resposta e de recuperação ao órgão responsável pela transferência de recursos, e aos órgãos de controle competentes.

De acordo com o Art. 3º-A, segundo parágrafo da lei nº 12.340 de 1º de dezembro de 2010, o poder executivo Federal apoiará de forma complementar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios em situação de emergência ou

Estado de Calamidade Pública, por meio de mecanismos previstos na respectiva lei.

São obrigatórias as transferências da União aos órgãos e entidades dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas ou com o risco de serem atingidas por desastres, observados os requisitos e procedimentos estabelecidos pela legislação aplicável. No caso de execução de ações de recuperação e de resposta, serão adotados os seguintes procedimentos:

- I. para recuperação, o ente beneficiário deverá apresentar plano de trabalho ao órgão responsável pela transferência dos recursos no prazo de 90 (noventa) dias da ocorrência do desastre;
- II. para resposta, quando compreender exclusivamente socorro e assistência às vítimas, o Governo Federal poderá, mediante solicitação motivada e comprovada do fato pelo ente beneficiário, prestar apoio prévio ao reconhecimento Federal da Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, ficando o ente receptor responsável pela apresentação dos documentos e informações necessárias para análise do reconhecimento;
- III. para as ações de resposta, fica dispensada aos Municípios em Situação de Emergência ou calamidade pública, em que a gravidade do desastre tenha tornado inoperante e impossível a realização de atos formais da Administração, a prévia emissão de nota de empenho, na forma apresentada pelo art. 60 da Lei no 4.320, de 17 de março de 1964 e
- IV. o disposto no item III não elimina a necessidade de emissão da nota de empenho, em até 90 (noventa) dias do restabelecimento das condições operacionais do Município, em contemporaneidade com a execução da despesa e dentro do prazo estabelecido no plano de trabalho.

### 6.2.8.3 Modelos de Documentos e Formulários

Os principais documentos e formulários necessários à comunicação, declaração, homologação estadual e reconhecimento federal, para o decreto de uma Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública, estão apresetados nos Anexos I, II e III.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fread, D. L. & Lewis, J. M., 1998, “NWS FLDWAV Model”. Hydrologic Research Laboratory, Office of Hydrology, National Weather Service (NWS), NOAA, USA.
- Izbash & Khaldre, 1970. “Hydraulics of River Channel Closure”. London Butterworths.
- Chow, V.T.; Maidment, D.; Mays, L. “Applied Hydrology”, McGraw-Hill: New York, 1988.
- PCH Cantu 2 - Projeto Básico Consolidado – Volume I – R0, Jul/2013, GeoEnergy.
- Manual para Decretação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública - Ministério da Integração Nacional – Secretaria de Defesa Civil.
- Mapa de Coordenadorias Regionais e Municipais de Defesa Civil <http://www.geo.pr.gov.br/mapserver/defesacivil/coordenadores/geo.html>. (Acessado em 3/2015).
- Defesa Civil do Estado do Paraná - Disponível em <http://www.defesacivil.pr.gov.br/>. Acessado em 3/2015.
- Ministério da Integração – Disponível em <http://www.integracao.gov.br> – Acessado em 3/2015.
- BRASIL. Lei nº 12.334 de 20 de Setembro de 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.340 de 1º de Dezembro de 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.608 de 10 de Abril de 2012.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 01 de 24 de Agosto de 2012.
- BRASIL. Decreto nº 7.257 de 04 de Agosto de 2010.



## 8 ANEXOS

- I Modelos de Decretos e Plano de Trabalho para a Decretação e a Homologação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública
- II Formulário de Informações do Desastre – FIDE
- III Declaração Municipal de Atuação Emergencial e Declaração Estadual de Atuação Emergencial – DMATE E DEATE
- IV COBRADE
- V Subprograma de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao Reservatório

**I    MODELOS DE DECRETOS E PLANO DE TRABALHO  
PARA A DECRETAÇÃO E A HOMOLOGAÇÃO DE  
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA OU DE ESTADO DE  
CALAMIDADE PÚBLICA**

O “Manual para Decretação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública” publicado pelo Ministério da Integração Nacional – Secretaria de Defesa Civil apresenta em seu Volume II – Anexo E os Modelos de Decretos para a Declaração e para a Homologação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública.

Este Manual, cujo objetivo é apresentar os critérios e procedimentos aprovados para a declaração, pelo Município; homologação pelo Estado e reconhecimento pelo Governo Federal, para a Situação de Emergência e o Estado de Calamidade Pública, encontra-se disponível no *site*:

<http://www.defesacivil.pr.gov.br/modules/conteudo/print.php?conteudo=36>

Como material auxiliar para a elaboração de decretos de situações de calamidade pública e/ou situações de emergência e plano de trabalho, segue site da Defesa Civil do estado do Paraná com links para tais modelos:

<http://www.defesacivil.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=147>

## **II FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE – FIDE**

## **II FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE – FIDE**

### **1 Modelo de Formulário – FIDE**

Disponível em:

<http://www.integracao.gov.br/modelo-de-formularios>



SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – SINPDEC



Formulário de Informações do Desastre – FIDE

**1. Identificação**

UF:		Município:	
População (Habitantes):	PIB (Anual):	Orçamento (Anual):	Arrecadação (Anual):
	R\$	R\$	R\$
<b>Receita Corrente Líquida – RCL</b>			
Total Anual: R\$		Média Mensal: R\$	

**2. Tipificação**

COBRADE	Denominação (Tipo ou Subtipo)

**3. Data de Ocorrência**

Dia	Mês	Ano	Horário

4. Área Afetada/Tipo de Ocupação	Não Existe/ Não Afetada	Urbana	Rural	Urbana e Rural
Residencial				
Comercial				
Industrial				
Agrícola				
Pecuária				
Extrativismo Vegetal				
Reserva Florestal ou APA				
Mineração				
Turismo e Outras				

Descrição das Áreas Afetadas (Especificar se Urbana e/ou Rural):

--

**5. Causas e Efeitos do Desastre** - Descrição do Evento e Suas Características:

--

**6. Danos Humanos, Materiais ou Ambientais**

6.1 – Danos Humanos	Tipo	Nº de Pessoas
	Mortos	

	Feridos	
	Enfermos	
	Desabrigados	
	Desalojados	
	Desaparecidos	
	Outros Afetados	
	<b>Total de Afetados</b>	
Descrição dos Danos Humanos:		

6.2 – Danos Materiais	Tipo	Quantidade s Destruidas	Quantidades Danificadas	Valor (R\$)
	Unidades Habitacionais			
	Instalações Públicas de Saúde			
	Instalações Públicas de Ensino			
	Instalações Públicas Prestadoras de Outros Serviços			
	Instalações Públicas de Uso Comunitário			
	Obras de Infraestrutura Pública			
Descrição dos Danos Materiais:				

6.3 – Danos Ambientais	Tipo	População do Município Atingida
	Contaminação do Ar	( ) 0 a 5% ( ) 5 a 10% ( ) 10 a 20% ( ) Mais de 20%
	Contaminação da Água	( ) 0 a 5% ( ) 5 a 10% ( ) 10 a 20% ( ) Mais de 20%
	Contaminação do Solo	( ) 0 a 5% ( ) 5 a 10% ( ) 10 a 20% ( ) Mais de 20%
	Diminuição ou Exaurimento Hídrico	( ) 0 a 5% ( ) 5 a 10% ( ) 10 a 20% ( ) Mais de 20%
	Incêndio em Parques, APA's ou APP's	<b>Área Atingida</b>
		( ) Até 40% ( ) Mais de 40%
Descrição dos Danos Ambientais:		
<b>7. Prejuízos Econômicos Públicos e Privados</b>		

7.1 – Prejuízos Econômicos Públicos	Serviços Essenciais Prejudicados	Valor Para Restabelecimento (R\$)
	Assistência Médica, Saúde Pública e Atendimento de Emergências Médicas	
	Abastecimento de Água Potável	
	Esgoto de Águas Pluviais e Sistema de Esgotos Sanitários	
	Sistema de Limpeza Urbana e de Recolhimento e Destinação do Lixo	
	Sistema de Desinfestação/Desinfecção do Habitat/Controle de Pragas e Vetores	
	Geração e Distribuição de Energia Elétrica	
	Telecomunicações	
	Transportes Locais, Regionais e de Longo Curso	
	Distribuição de Combustíveis, Especialmente os de Uso Doméstico	
	Segurança Pública	
	Ensino	
<b>Valor Total dos Prejuízos Públicos</b>		
Descrição dos Prejuízos Econômicos Públicos:		

7.2 – Prejuízos Privados Econômicos	Setores da Economia	Valor (R\$)
	Agricultura	
	Pecuária	
	Indústria	
	Comércio	
	Serviços	
<b>Valor Total dos Prejuízos Privados</b>		
Descrição dos Prejuízos Econômicos Privados:		

8. Instituição Informante					
Nome da Instituição:			Nome do Responsável:		
Endereço:					
CEP:					
E-mail:					
Cargo:	Assinatura e Carimbo	Telefones:	Dia	Mês	Ano
		( )			
		( )			

9. Instituições Informadas	SIM	NÃO
Órgão Estadual de Defesa Civil		
Secretaria Nacional de Defesa Civil - Sedec		

<b>Secretaria Nacional de Defesa Civil - Sedec</b> Setor Bancário Norte, Quadra 02, Lote 11, Edifício Apex-Brasil CEP: 70.040-020 - Brasília/DF E-mail: <a href="mailto:cenad@defesacivil.net">cenad@defesacivil.net</a>	Cenad/Reconhecimento: (061) 3214-0631 Cenad/Reconhecimento: (061) 3214-0633 Cenad/Geral: (061) 3214-0600 Sedec/Gabinete: (061) 3414-5869
--	---

## 2 Instruções para o Preenchimento do Formulário de Informação de Desastre

<b>1. Identificação</b>	Indicar PIB, Orçamento, Arrecadação Anual e Receita corrente líquida.
<b>2. Tipificação</b>	Selecionar o Tipo de COBRADE na Caixa de seleção. Automaticamente será preenchido o código COBRADE e a sua denominação.
<b>3. Data de Ocorrência</b>	Deverá ser informada a data de ocorrência do desastre, tanto os súbitos quanto os de evolução aguda. Quanto aos casos de desastres graduais ou de evolução crônica, a data de ocorrência será a data da decretação estadual ou municipal. Deve inserir a hora do desastre também.
<b>4. Área Afetada/Tipo de Ocupação</b>	Descreva a(s) área(s) afetada(s) delimitando-a(s), com o máximo de precisão. Anexe mapa ou croqui representando-a(s).
<b>5. Causa do Desastre</b>	Descreva o evento adverso que provocou o desastre, informando sobre suas características intrínsecas e magnitude.
<b>6. Estimativa de Danos Humanos, Materiais ou Ambientais</b>	
6.1. Danos Humanos	Informe a quantidade de pessoas vitimadas, em consequência do desastre, discriminando
Mortas	Pessoas falecidas, em consequência do desastre
Feridas	Pessoas feridas que necessitam ou não de hospitalização
Enfermas	Pessoas doentes, em consequência do desastre
Desabrigadas	Pessoas desalojadas que necessitam de abrigo temporário
Desalojadas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pessoas cujas habitações foram danificadas ou destruídas mas que, não necessariamente, precisam de abrigo temporário</li></ul>
Desaparecidas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pessoas não localizadas ou de destino desconhecido, em circunstância do desastre</li></ul>
Outros Afetados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pessoas vitimadas, de alguma outra forma que não as anteriores. É preciso descrever esses casos no campo “Descrição dos Danos Humanos”</li></ul>
Total de Afetados	Total de pessoas vitimadas, de alguma forma, em consequência do desastre. Uma pessoa pode sofrer mais de um tipo de dano, ou não se enquadrar em nenhum dano especificado acima. Exemplo: A pessoa que foi desabrigada e ferida (2 vezes atingida) é contada como 1 afetada.

			A pessoa que teve sua casa atingida por inundação, e não se enquadra em nenhum dos danos humanos, é contada como 1 afetada.
			<b>Em consequência, o número de pessoas afetadas não é, obrigatoriamente, o somatório dos danos humanos.</b>
6.2. Danos Materiais			Informe a quantidade estimada de edificações danificadas ou destruídas pelo desastre e o valor em R\$ correspondente, discriminando:
	Unidades Habitacionais		Edificações Residenciais, casas e edifícios e demais unidades habitacionais.
	Instalações de Saúde	Públicas	Hospitais, postos de saúde e outros.
	Instalações de Ensino	públicas	Escolas, colégios, faculdades e outros.
	Instalações de outros serviços	Públicas	Outras edificações ou instalações públicas
	Instalações comunitárias	públicas de Uso comunitário	Instalações comunitárias, como centro de convivência, creches e outras
	Obras Públicas	de Infraestrutura	Sistema viário, Obras de arte, Sistema de abastecimento de água, sistema de energia, Sistema de drenagem.
6.3 Danos Ambientais			Preencher com a porcentagem da população total atingida por conta dos danos ambientais provocados pelo desastre
<b>7 Prejuízos Públicos e Privados</b>	<b>Econômicos</b>		Informe o nome e o telefone da instituição, o nome do informante, seu cargo e a data da informação
7.1. Prejuízos Públicos	Econômicos		Registrar os serviços essenciais que foram prejudicados ou interrompidos pelo desastre, estimar o valor em R\$ da recuperação dos diversos itens que compõem os sistemas prestadores dos seguintes serviços
	Assistência Médica e Atendimento de Emergências Médicas	Pública e Saúde	Informar o valor necessário para o reestabelecimento da assistência médica
	Abastecimento de Água Potável	de	Informar o valor necessário para o reestabelecimento da Rede, da estação e do manancial
	Esgoto de Sanitários	Águas Pluviais e Sistema de Esgotos	Informar o valor necessário para o reestabelecimento da Rede coletora e da estação de tratamento
	Sistema de Limpeza Urbana e de Recolhimento e Destinação do Lixo		Informar o valor necessário para o reestabelecimento da Coleta e tratamento do lixo
	Sistema de Desinfestação/Desinfecção do Habitat/Controle de Pragas e Vetores	de	Informar o valor necessário para o reestabelecimento deste sistema
	Geração e Distribuição de Energia Elétrica	de	Informar o valor necessário para reestabelecimento da rede e da geração de energia elétrica



	Telecomunicações	Informar o valor necessário para o reestabelecimento da Rede e das estações retransmissoras
	Transportes Locais, Regionais e de Longo Curso	Informar o valor necessário para o reestabelecimento das vias (malha viária) e dos terminais
	Distribuição de Combustíveis, Especialmente os de Uso Doméstico	Informar o valor necessário para o reestabelecimento do abastecimento e distribuição dos combustíveis
	Segurança Pública	Informar o valor necessário para reestabelecimento das funções de segurança pública
	Ensino	Informar o valor necessário para reestabelecer a rede de ensino
7.2.	Prejuízos Econômicos Privados	Registrar os prejuízos econômicos privados, discriminando o valor em R\$ do prejuízo correspondente, discriminando
	Agricultura	Informar o valor do prejuízo devido a perde de diversos tipos de lavoura, em razão do desastre
	Pecuária	Informar o valor do prejuízo em decorrência de animais mortos ou doentes, em função do desastre
	Indústria	Informar o valor do prejuízo da produção do setor industrial afetado pelo desastre
	Comércio	Informar o valor do prejuízo das vendas do setor comercial
	Serviços	Informe o valor estimado de custo dos prestadores de serviços prejudicados pelo desastre
<b>8</b>	<b>Instituição Informante</b>	Dados preenchidos automaticamente com o Login
<b>9</b>	<b>Instituições Informadas</b>	Instituição a qual o FIDE se remete


### **III DECLARAÇÃO MUNICIPAL DE ATUAÇÃO EMERGENCIAL E DECLARAÇÃO ESTADUAL DE ATUAÇÃO EMERGENCIAL – DMATE E DEATE**

### **III DECLARAÇÃO MUNICIPAL DE ATUAÇÃO EMERGENCIAL E DECLARAÇÃO ESTADUAL DE ATUAÇÃO EMERGENCIAL (DMATE E DEATE)**

#### **1 Declaração Municipal de Atuação Emergencial e Declaração Estadual de Atuação Emergencial (DMATE E DEATE)**

Disponível em:

<http://www.integracao.gov.br/modelo-de-formularios>

 SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – SINPDEC			
DECLARAÇÃO MUNICIPAL DE ATUAÇÃO EMERGENCIAL - DMATE			
Município:		UF:	
<b>1. Caracterização de Situação de Emergência ou Calamidade Pública:</b>		SIM	NÃO
A magnitude do evento superou a capacidade de gestão do desastre pelo poder público municipal			
Os danos e prejuízos comprometeram a capacidade de resposta do poder público municipal ficou e está			
Os prejuízos econômicos públicos foram causados por esse desastre			
Os prejuízos econômicos públicos desse desastre foram separados dos privados			
Informe, resumidamente, esses danos e prejuízos:			
<b>2. Informações Relevantes sobre o desastre</b>			
<b>HISTÓRICO DE DESASTRE</b>		SIM	NÃO
Este tipo de evento já ocorreu anteriormente			
Este tipo de evento ocorre anual e repetidamente			
Se este tipo de desastre ocorre repetida e/ou anualmente cite as ações preventivas e explique porque ainda exige ação emergencial			
<b>3. Informações sobre capacidade gerencial do Município</b>			
<b>PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO/TÁTICO/OPERACIONAL MUNICIPAL</b>		SIM	NÃO
Já foi efetuado o mapeamento das áreas de risco neste Município			
O Município possui COMDEC ou órgão correspondente			
Existe Plano de Contingência para o tipo de desastre ocorrido			
Foram realizados simulados de evacuação da população nas áreas de risco do Município			
Esse desastre foi previsto e tem recurso orçamentário na LOA atual			
Existe um programa/projeto para enfrentamento desse problema com inclusão no PPA			
Órgãos e Instituições Estaduais apoiam a Defesa Civil Municipal			
Informe as dificuldades do Município para a gestão do desastre			
<b>4. Medidas e Ações em curso:</b> Indicar as medidas e ações de socorro, assistência e de reabilitação do cenário adotadas pelo Estado.			
<b>4.1 Mobilização e Emprego de Recursos Humanos e Institucionais</b> Indicar o emprego com: "S" para SIM, "N" para NÃO. Marcar "NA" com um "X" caso necessite apoio.			
<b>PESSOAL / EQUIPES EMPREGADAS</b>	S/N	NA	QUANT.
Apoio a Saúde e Saúde Pública			
Avaliação de Danos			
Reabilitação de Cenários (obras públicas e serviços gerais)			
Assistência médica			
Busca, resgate e salvamento			
Segurança pública			
Ajuda humanitária			
Promoção, assistência e comunicação social			
Outros			
Descrever outros e/ou detalhar, quando for o caso, o pessoal e equipes já empregados ou mobilizados.			

**4.2 MOBILIZAÇÃO E EMPREGO DE RECURSOS MATERIAIS:**

Indicar o emprego com: "S" para SIM, "N" para NÃO. Marcar "NA" com um "X" caso necessite apoio.

MATERIAL / EQUIPAMENTO EMPREGADO	S/N	NA	QUANT.
Helicópteros, Barcos, Veículos, Ambulâncias, Outros meios de transporte			
Equipamentos e Máquinas			
Água Potável/ Alimentos/Medicamentos			
Material de Uso pessoal (asseio e higiene, utensílios domésticos, vestuário, calçados, etc.)			
Material de Limpeza, desinfecção, Desinfestação e Controle de Pragas e Vetores			
Outros			

*Descrever e/ou detalhar, quando for o caso, os materiais e equipamentos já empregados ou providenciados.*

**4.3. MOBILIZAÇÃO E EMPREGO DE RECURSOS FINANCEIROS**

Indicar o emprego com: "S" para SIM, "N" para NÃO. Marcar "NA" com um "X" caso necessite apoio.

VALOR FINANCEIRO EMPREGADO	S/N	NA	VALOR (R\$)
Oriundos de Fonte Orçamentária Municipal			
Oriundos de Fonte Extra orçamentaria Municipal			
Oriundos de Doações: Pessoas Físicas, Pessoas Jurídicas, ONG			
Oriundos de Outras fontes			

*Descrever e/ou detalhar*

**5. INFORMAÇÕES PARA CONTATO**

Órgão municipal de Proteção e Defesa Civil:


Telefone: ( )

Celular: ( )

Fax: ( )

E-mail:

Local e Data: , de de 201\_

SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – SINPDEC			
	<b>DECLARAÇÃO ESTADUAL DE ATUAÇÃO EMERGENCIAL- DEATE</b>		
Atuação no Município de:			UF:
<b>1. Medidas e Ações em curso:</b> Indicar as medidas e ações de socorro, assistência e de reabilitação do cenário adotadas pelo Estado.			
<b>1.1 Mobilização e Emprego de Recursos Humanos e Institucionais</b> Indicar o emprego com: “S” para SIM, “N” para NÃO. Marcar “NA” com um “X” caso necessite apoio.			
<b>PESSOAL / EQUIPE EMPREGADA</b>	<b>S/N</b>	<b>NA</b>	<b>QUANT.</b>
Resgate e combate a sinistros			
Apoio a Saúde e Saúde Pública			
Avaliação de Danos			
Reabilitação de Cenários			
Assistência médica			
Saneamento básico			
Segurança			
Obras públicas e serviços gerais			
Promoção, assistência e comunicação social			
Instalação e Administração de abrigos temporários			
Outros			
Descrever “outros” e/ou detalhar, quando for o caso, o pessoal e equipes já empregados ou mobilizados.			
<b>1.2 Mobilização e Emprego de Recursos Materiais</b> Indicar o emprego com: “S” para SIM, “N” para NÃO. Marcar “NA” com um “X” caso necessite apoio.			
<b>MATERIAL / EQUIPAMENTO EMPREGADO</b>	<b>S/N</b>	<b>NA</b>	<b>QUANT.</b>
Helicópteros, Barcos, Veículos, Ambulâncias, Outros meios de transporte			
Equipamentos e Máquinas			
Água Potável			
Medicamentos			
Alimentos			
Material de Uso pessoal (asseio e higiene, utensílios domésticos, vestuário, calçados, etc.)			
Material de Limpeza, desinfecção, Desinfestação e Controle de Pragas e Vetores			
Outros			
Descrever “outros” e/ou detalhar, quando for o caso, os materiais e equipamentos já empregados ou providenciados.			
<b>1.3 MOBILIZAÇÃO E EMPREGO DE RECURSOS FINANCEIROS</b> Indicar o emprego com: “S” para SIM, “N” para NÃO. Marcar “NA” com um “X” caso necessite apoio.			
<b>VALOR FINANCEIRO EMPREGADO</b>	<b>S/N</b>	<b>NA</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
Oriundos do Orçamento Estadual			
Oriundos de Fontes Estaduais Extra orçamentárias			
Oriundos de Fundo Estadual de Defesa Civil ou correlato			
Oriundos de Doações da População: Pessoas Físicas e Pessoas Jurídicas			
Oriundos de Doações ONGs			
Oriundos de Ajuda Internacional			
TOTAL			



<b>2. Outras Informações Relevantes para restabelecer a Normalidade no Município.</b>		
Ação	S	N
Foi implementado o Sistema de Comando de Operações no cenário do desastre		
Existe Plano de Contingência para o tipo de desastre ocorrido		
Já foi realizado Simulado desse Plano de Contingência		
Há sistema de Alerta e Alarme local e regional		
Há coordenação sobre doação não-financeira da Sociedade, ONGs, Outros Países e Organismos Internacionais, etc.		
O estado apoiou o Município para a avaliação de danos e prejuízos		
Cite os Órgãos Setoriais e Instituições Estaduais que já estão apoiando o órgão municipal de proteção e Defesa Civil:		
<b>3. INFORMAÇÕES PARA CONTATO</b>		
Órgão estadual de Proteção e Defesa Civil: Telefone: ( ) Celular: ( ) Fax: ( ) E-mail:		
Local e Data: , de de 201_		

## 2 Instruções para o Preenchimento da Declaração Municipal de Atuação Emergencial e Declaração Estadual de Atuação Emergencial – DMATE e DEATE

1. Caracterização de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública	Trata do impacto do desastre no Município, em relação aos danos e prejuízos. Possui um campo aberto para caracterizar as principais consequências do desastre.
2. Informações relevantes sobre o Desastre	Tecer um breve histórico do desastre, informando inclusive se houve a ocorrência do fenômeno anteriormente, relacionadas àquele mesmo evento. No caso de registro de um evento de alta recorrência, há um campo aberto para relatar as ações preventivas que por ventura estejam sendo tomadas além de explicar o porquê de ainda ver necessidade de atuação emergencial. Informar também, as ações preventivas que precisam ser desenvolvidas no Município para que o evento não volte a ocorrer, como por exemplo, obras de drenagem ou contenção de encostas.
3. Informações sobre a Capacidade Gerencial do Município	Questões sobre quais ações foram tomadas pelo Município visando à preparação para resposta aos desastres. Possibilidade de utilizar o campo em aberto para descrever as principais dificuldades que o Município possui para promover uma melhor gestão do desastre.
4. Medidas e Ações em Curso	Composto por 3 subitens, os quais dizem respeito as medidas e as ações de socorro, de assistência e de reabilitação do cenário adotadas pelo Estado.
4.1. Mobilização e Emprego de Recursos Humanos e Institucionais	Campo destinado para detalhar se houve outro tipo de pessoal empregado que não conste da relação, detalhando o número de pessoas que trabalharam nas operações de socorro.
4.2. Mobilização e Emprego de Recursos Materiais	Campo destinado a detalhar a fonte dos recursos materiais. Detalhe também a quantidade de cada recurso utilizado e a quantidade ainda necessária para as operações que estão e que serão realizadas.
4.3. Mobilização e Emprego de Recursos Financeiros	Utilizar este campo para detalhar se os recursos são suficientes e se há necessidade de complementação pelo Governo Federal ou pelo Governo Estadual. É recomendado indicar os valores complementares necessários.
5. Informações para Contato	Informações preenchidas automaticamente.

## **IV COBRADE**

## CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	COBRADE
1. NATURAL	1. GEOLÓGICO	1. Terremoto	1. Tremor de terra	0	1.1.1.1.0
			2. Tsunami	0	1.1.1.2.0
		2. Emissão vulcânica	0	0	1.1.2.0.0
			3. Movimento de massa	1. Quedas, Tombamentos e rolamentos	1. Blocos
		2. Lascas			1.1.3.1.2
		3. Matacões			1.1.3.1.3
		4. Lajes			1.1.3.1.4
		2. Deslizamentos		1. Deslizamentos de solo e ou rocha	1.1.3.2.1
		3. Corridas de Massa	1. Solo/Lama	1.1.3.3.1	
			2. Rocha/Detrito	1.1.3.3.2	
		4. Subsídências e colapsos	0	1.1.3.4.0	
			4. Erosão	1. Erosão Costeira/Marinha	0
		2. Erosão de Margem Fluvial		0	1.1.4.2.0
	3. Erosão Continental	1. Laminar		1.1.4.3.1	
		2. Ravinas	1.1.4.3.2		
		3. Boçorocas	1.1.4.3.3		
	2. HIDROLÓGICO	1. Inundações	0	0	1.2.1.0.0
		2. Enxurradas	0	0	1.2.2.0.0
		3. Alagamentos	0	0	1.2.3.0.0
	3. METEOROLÓGICO	1. Sistemas de Grande Escala/Escala Regional	1. Ciclones	1. Ventos Costeiros (Mobilidade de Dunas)	1.3.1.1.1
				2. Marés de Tempestade (Ressacas)	1.3.1.1.2
			2. Frentes Frias/Zonas de Convergência	0	1.3.1.2.0
		2. Tempestades	1. Tempestade Local/Convectiva	1. Tornados	1.3.2.1.1
				2. Tempestade de Raios	1.3.2.1.2
				3. Granizo	1.3.2.1.3
				4. Chuvas Intensas	1.3.2.1.4
				5. Vendaval	1.3.2.1.5
		3. Temperaturas Extremas	1. Onda de Calor	0	1.3.3.1.0
			2. Onda de Frio	1. Friagem	1.3.3.2.1
	4. CLIMATOLÓGICO	1. Seca	1. Estiagem	0	1.4.1.1.0
			2. Seca	0	1.4.1.2.0
		3. Incêndio Florestal	1. Incêndios em Parques, Áreas de Proteção Ambiental e Áreas de Preservação Permanente Nacionais, Estaduais ou Municipais	1.4.1.3.1	
				2. Incêndios em áreas não protegidas, com reflexos na qualidade do ar	1.4.1.3.2
4. Baixa Humidade do Ar			0	1.4.1.4.0	
5. BIOLÓGICO		1. Epidemias	1. Doenças infecciosas virais	0	1.5.1.1.0
			2. Doenças infecciosas bacterianas	0	1.5.1.2.0
	3. Doenças infecciosas parasíticas		0	1.5.1.3.0	
	4. Doenças infecciosas fúngicas		0	1.5.1.4.0	
	2. Infestações/Pragas	1. Infestações de animais	0	1.5.2.1.0	
		2. Infestações de algas	1. Marés vermelhas	1.5.2.2.1	
			2. Ciano bactérias em reservatórios	1.5.2.2.2	

		3. Outras Infestações	0	1.5.2.3.0
--	--	-----------------------	---	-----------

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	COBRADE	
2. TECNOLÓGICO	1. Desastres Relacionados a Substâncias radioativas	1. Desastres siderais com riscos radioativos	1. Queda de satélite (radionuclídeos)	0	2.1.1.1.0	
		2. Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares	1. Fontes radioativas em processos de produção	0	2.1.2.1.0	
		3. Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos	1. Outras fontes de liberação de radionuclídeos para o meio ambiente	0	2.1.3.1.0	
	2. Desastres Relacionados a Produtos Perigosos	1. Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos	1. Liberação de produtos químicos para a atmosfera causada por explosão ou incêndio	0	2.2.1.1.0	
			1. Liberação de produtos químicos nos sistemas de água potável	0	2.2.2.1.0	
		2. Desastres relacionados à contaminação da água	2. Derramamento de produtos químicos em ambiente lacustre, fluvial, marinho e aquíferos	0	2.2.2.2.0	
			3. Desastres Relacionados a Conflitos Bélicos	1. Liberação produtos químicos e contaminação como consequência de ações militares.	0	2.2.3.1.0
		4. Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos	1. Transporte rodoviário 2. Transporte ferroviário 3. Transporte aéreo 4. Transporte dutoviário 5. Transporte marítimo 6. Transporte aquaviário	1. Transporte rodoviário	0	2.2.4.1.0
				2. Transporte ferroviário	0	2.2.4.2.0
				3. Transporte aéreo	0	2.2.4.3.0
				4. Transporte dutoviário	0	2.2.4.4.0
				5. Transporte marítimo	0	2.2.4.5.0
				6. Transporte aquaviário	0	2.2.4.6.0
	3. Desastres Relacionados a Incêndios Urbanos	1. Incêndios urbanos	1. Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos.	0	2.3.1.1.0	
			2. Incêndios em aglomerados residenciais	0	2.3.1.2.0	
	4. Desastres relacionados a obras civis	1. Colapso de edificações	0	0	2.4.1.0.0	
		2. Rompimento/colapso de barragens	0	0	2.4.2.0.0	
	5. Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas	1. Transporte rodoviário 2. Transporte ferroviário 3. Transporte aéreo 4. Transporte marítimo 5. Transporte aquaviário	1. Transporte rodoviário	0	0	2.5.1.0.0
			2. Transporte ferroviário	0	0	2.5.2.0.0
			3. Transporte aéreo	0	0	2.5.3.0.0
			4. Transporte marítimo	0	0	2.5.4.0.0
			5. Transporte aquaviário	0	0	2.5.5.0.0

**V SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA  
ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS MARGINAIS AO  
RESERVATÓRIO**





## Subprograma de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais ao Reservatório

### Justificativa

O presente subprograma justifica-se pela necessidade de um planejamento adequado no sentido de possibilitar a adoção de medidas preventivas e/ou corretivas, visando um controle efetivo de escorregamentos e processos erosivos localizados nas encostas marginais ao reservatório, de forma a contribuir para a melhoria da qualidade da água e para a eficiência da recomposição florestal na APP do reservatório.

### Objetivos

O objetivo geral deste subprograma é desenvolver um sistema de monitoramento e avaliação eficaz da estabilidade das encostas marginais ao futuro reservatório, durante a implantação e operação do empreendimento.

Os objetivos específicos são:

- Elaborar cartas temáticas que demonstrem os locais com risco geológico de movimentos de massa;
- Elaborar cartas temáticas que demonstrem os locais de acordo com o potencial erosivo dos solos;
- Identificar e monitorar as áreas de encostas com incidência e/ou com maiores riscos de ocorrência de processos erosivos e escorregamentos;
- Implementar medidas preventivas e/ou corretivas nos locais propensos à ocorrência de processos erosivos e escorregamentos nas encostas marginais;
- Avaliar os efeitos do enchimento do reservatório sobre as condições de estabilidade de suas encostas marginais;
- Propiciar condições adequadas para a recomposição florestal na APP do futuro reservatório;
- Minimizar o aporte de sedimentos nos corpos d'água, contribuindo para um menor assoreamento do futuro reservatório da PCH Cantu 2;
- Contribuir para a segurança da barragem e de suas obras complementares, assim como de todos os profissionais envolvidos.



## ASPECTOS MONITORADOS

### LOCALIZAÇÃO

- **Faixa de segurança:** Refere-se à porção de terras perimetral ao reservatório, de propriedade do empreendedor, normalmente delimitado pelo nível d'água e o NA máximo normal.

### TIPOLOGIA

- **Erosão Laminar:** se processa por um desgaste suave e uniforme da camada superficial do solo em toda sua extensão. Ocorre principalmente em vertentes pouco inclinadas com solo desprotegido da vegetação.
- **Erosão Linear:** ocorre quando há concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando incisões na superfície do terreno, sequencialmente, na forma de sulcos, ravinas e voçorocas.
  - **Sulco:** ocorre nos pequenos canais existentes na superfície do solo, onde há concentração do fluxo de água. Os sulcos formados apresentam uma relação largura: profundidade típica de 1:1.
  - **Ravina:** são normalmente de forma alongada, mais comprida que largas, ocorre em canais com profundidade e largura superiores a 50 cm.
  - **Voçoroca:** considerado o estágio mais avançado da erosão, sendo caracterizado pelo avanço em profundidade das ravinas até estas atingirem o lençol freático.
- **Erosão Interna:** ocorre quando a tensão exercida pela água em movimento numa descontinuidade é suficiente para destacar partículas de solo. Esse tipo de erosão depende do fluido de percolação e da direção e magnitude do gradiente hidráulico e é comum em solos coesivos, sobretudo quando dispersíveis.
- **Movimento de massa:** movimento de massa é o movimento de solo ou material rochoso encosta abaixo sob a influência da gravidade, sem a contribuição direta de outros fatores como água, ar ou gelo. Entretanto, água e gelo geralmente estão envolvidos em tais movimentos, reduzindo a resistência dos materiais e interferindo na plasticidade e fluidez dos solos.



- **Deslizamento:** São movimentos rápidos, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração curta de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume.
- **Rastejo:** Conjunto de movimentos lentos que não apresentam uma superfície bem definida.

#### DECLIVIDADE

- **Suave:** declividade variando de 3% a 10%;
- **Moderada:** declividade variando de 10% a 30%;
- **Acentuada:** declividade maior que 30%;

#### FORMA DA ENCOSTA

- **Côncava:** o perfil das encostas apresenta curvatura negativa com ângulos decrescentes para baixo.
- **Convexa:** encostas com curvatura positiva e ângulos que aumentam continuamente para baixo, com declividades menores que 20°, e maiores espessuras de solo, devido à ocorrência de depósitos coluvionares.
- **Retilínea:** encostas com perfil de ângulos aproximadamente constantes, variando de 36 a 45° e, na maioria das vezes, com rocha exposta e solos menos espessos.

#### USO DO SOLO

- **Vegetação arbórea:** vegetação de grande porte constituída por indivíduos com altura superior a 10 metros;
- **Vegetação arbustiva:** vegetação de médio porte constituída por indivíduos com altura entre 3 a 10 metros;
- **Vegetação herbácea:** vegetação de pequeno porte com indivíduos podendo atingir 4 metros de altura.
- **Solo exposto:** área em que o solo encontra-se desnudo.

#### DINÂMICA

- **Estável:** Não apresenta evolução.
- **Instável:** Apresenta evolução.

#### GRAU DE RISCO



- 
- 1: Muito baixo
  - 2: Baixo
  - 3: Médio
  - 4: Alto
  - 5: Elevado

#### **NÍVEL DE PRIORIDADE**

- 1: Imediata/ Recomendável/ Complexos
- 2: Imediata/ Recomendável/ Convencionais
- 3: Não Imediato/ Recomendável/ Simples

***As atividades realizadas neste Programa estão em consonância com as atividades do Subprograma de Controle dos Processos Erosivos***



CANTU ENERGÉTICA S.A.

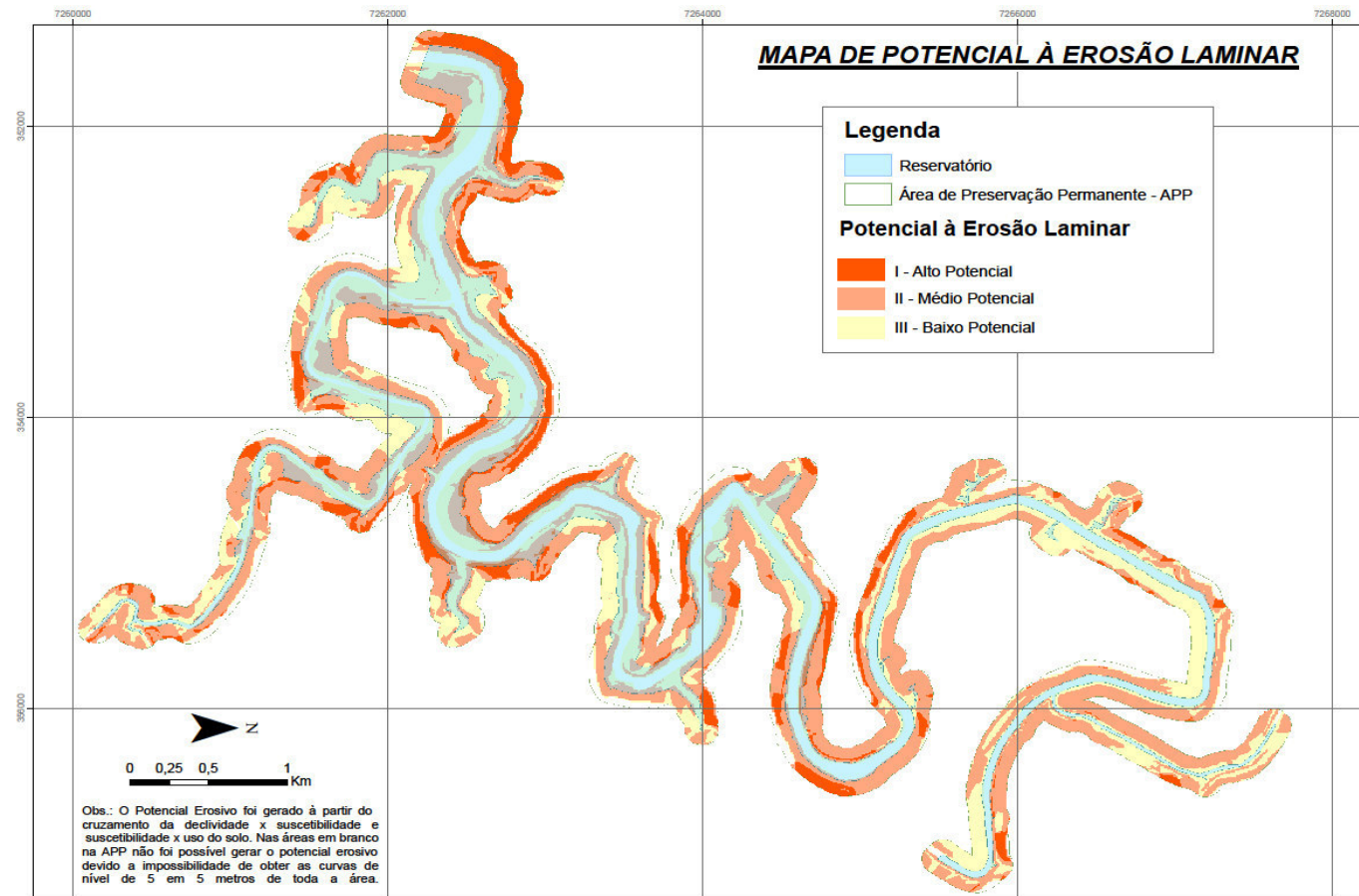


Figura 3.2.2 - Mapa de Potencial à Erosão Laminar





---

## ANEXO IV – DECLARAÇÃO PREFEITURA – COLETA DE RESÍDUOS



## 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



---

ANEXO V – DOCUMENTOS COLETA DE RESÍDUOS – SABIÁ ECOLÓGICO





**anp**  
Agência Nacional  
do Petróleo,  
Gás Natural e Biocombustíveis

Em atendimento à Resolução nº 20 de 18 de junho de 2009 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, documento obrigatório para coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado a partir de 01/10/1999. "Convênio ICMS nº 38/2000".

**Declaração do expedidor:**  
Declaro que os produtos perigosos estão adequadamente classificados, embalados, identificados, e estivados para suportar os riscos das operações de transporte e que atendem às exigências da regulamentação.



**PROLUMINAS**  
RERREFINO DE LUBRIFICANTES

**PROLUMINAS LUBRIFICANTES LTDA.**

Avenida Zizi Campos Nogueira, 65 - Jardim Sion  
Telefone (35) 3068-2300 - CEP: 37048-790 - Varginha - Minas Gerais  
CNPJ. 23.821.176/0001-00 - Insc. Est. 707.579.318.0037  
**CADASTRO NA ANP N.º 05**

**CERTIFICADO DE COLETA DE ÓLEO USADO OU CONTAMINADO**

1ª Via Branca - Gerador  
2ª Via Rosa - Fixa/Contabilidade  
3ª Via Verde - Reciclador

**Nº 324045**

LOCAL *Nov. Cantu UF PR* DATA *27/05/20*

**Descrição do Produto:**

ONU 3082, ÓLEO LUBRIFICANTE USADO E OU CONTAMINADO, Classe/Subclasse 9, GE III

Declaramos haver coletado o volume de óleo lubrificante usado ou contaminado, conforme discriminado ao lado, do gerador abaixo identificado:

Óleo Automotivo	700	Litros
Óleo Industrial		Litros
Outros		Litros
Soma	700	Litros

RAZÃO SOCIAL *Cantu Energetica S/A*

RUA (NOME N.º ETC.) *Estrada Agua do Abelha Km 16*

BAIRRO *Zona Rural* CIDADE *Nov. Cantu UF PR*

CEP *87 330 000* CNPJ N.º *04 502 574 0002-08*

FONE *44 3568 1893* CEL *(91) 3526 2411*

VEÍCULO PLACA *DFN 2424*

*Alex de Oliveira Pereira*  
Assistente Administrativo  
Cantu Energetica S.A.  
CNPJ 04.502.574/0002-08

Nome Legível Gerador

Nome Legível Coletor

Assinatura do Gerador (Detentor)

Assinatura Coletor

ANEXO VI – PUBLICAÇÃO – OUTORGA DE DIREITO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS

---

**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.

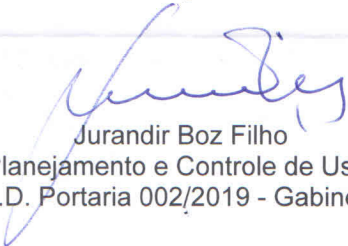
**Art. 8º.** O uso dos recursos hídricos, objeto desta outorga, está sujeito à cobrança, desde que não enquadrado no artigo nº 53, parágrafos 1º e 2º da Lei Estadual nº 12.726/1999, hipótese em que será isentado da cobrança, nos termos dos artigos 19 a 21 da Lei Estadual nº 12.726 de 26/11/99, com alteração 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