

Setembro/2020



RIO ÁGUA CLARA ENERGIA S/A

**PBA – PROJETO BÁSICO
AMBIENTAL**

PCH BANDEIRANTE

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA COMUNIDADE AQUÁTICA

**Subprograma de Ictiofauna, Macroinvertebrados bentônicos,
Zooplâncton, Fitoplâncton, Perifíton e Macrófitas aquáticas**

Relatório de Monitoramento Ambiental

Elaboração:



SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA	--6
1.1 EMPREENDEDOR	-----6
1.2 EMPRESA CONSULTORA	-----6
2. INTRODUÇÃO	-----7
2.1 OBJETIVOS	-----7
3. MATERIAL E MÉTODOS	-----8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	----- 14
5. CONSIDERAÇÕES	----- 50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	----- 52
7. EQUIPE TÉCNICA	----- 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição espacial das áreas de amostragem de comunidades aquáticas na área de influência da PCH Bandeirante. Fonte: modificado de Google Earth, 2020.	9
Figura 2. Representação gráfica da quantidade de espécies de peixes registradas por campanha de monitoramento da quantidade acumulada de espécies (curva do coletor).	15
Figura 3. Representação gráfica dos valores de riqueza e abundância da ictiofauna registrada nas áreas monitoradas na PCH Bandeirante.	17
Figura 4. Indivíduo de cascudo (<i>Hypostomus regani</i>), espécie mais abundante da 1ª campanha da fase de operação da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	17
Figura 5. Exemplar de piranha-amarela (<i>Serrasalmus maculatus</i>), a espécie capturada mais abundante na 2ª campanha da fase de operação da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	18
Figura 6. Indivíduo de pacu-prata (<i>Myleus tiete</i>) registrado na Área 1 (montante) do reservatório da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020. ...	19
Figura 7. Exemplar de piau-três-pintas (<i>Leporinus friderici</i>), parcialmente predado, capturado em rede de espera na área 2 (reservatório) da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	20
Figura 8. Exemplar de ximburé (<i>Schizodon altoparanae</i>), capturada em rede de espera na área 2 (reservatório) da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	20
Figura 9. Cladograma (análise cluster) criado com valores de similaridade entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento da ictiofauna na área de influência da PCH Bandeirante.	21
Figura 10. A espécie de piranha conhecida como catarina (<i>Serrasalmus marginatus</i>) teve sua invasão na porção sul matogrossense do rio Paraná promovida pela instalação da Itaipu ou seu canal de piracema. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	22
Figura 11. O anujá (<i>Trachelyopterus galeatus</i>) teve colonizou a porção sul matogrossense do rio Paraná após a instalação da Itaipu ou pelo seu canal de piracema. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	22
Figura 12. O tucunaré-amarelo (<i>Cichla kelberi</i>) foi introduzido em reservatórios da bacia do Alto Paraná visando a exploração via pesca esportiva e comercial. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.	22
Figura 13. Cladograma de similaridade entre as áreas de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos nas duas campanhas da fase de operação da PCH Bandeirante.	26
Figura 14. Representação gráfica da quantidade de grupos de macroinvertebrados bentônicos registrados a cada campanha e curva do coletor	28
Figura 15. Representação gráfica da densidade e riqueza de zooplâncton registrados nas duas campanhas da fase de operação da PCH Bandeirante.	29

Figura 16. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do zooplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.....	31
Figura 17. Representação gráfica da quantidade de espécies de peixes registradas por campanha de monitoramento da quantidade acumulada de espécies (curva do coletor).	33
Figura 18. Representação gráfica da riqueza e densidade de algas registradas nas áreas de monitoramento na fase de operação da PCH Bandeirante.	35
Figura 19. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do fitoplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.....	38
Figura 20. Representação gráfica da quantidade de espécies de fitoplâncton registrada por campanha de monitoramento e a curva de acumulação de espécies registradas nas fases de instalação e operação da PCH Bandeirante.....	41
Figura 21. Representação gráfica da abundância e riqueza de espécies por área amostral e campanha de monitoramento do perifíton da fase de operação da PCH Bandeirante.	42
Figura 22. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do perifíton da fase de operação da PCH Bandeirante.....	43
Figura 23. Representação gráfica da quantidade de espécies de perifíton registrada por campanha de monitoramento e a curva de acumulação de espécies registradas na fase de operação da PCH Bandeirante.	44
Figura 24. Representação gráfica da quantidade de espécies (riqueza) registrada em cada área amostral e campanha de campo da fase de operação da PCH Bandeirante.	46
Figura 25. a) camalote (<i>Eichhornia crassipes</i>), registrado na Área 2; b) orelha-de-onça (<i>Salvinia auriculata</i>) registrado nas três áreas amostrais, fase de operação, PCH Bandeirante. Fotos: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.....	47
Figura 26. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento de macrófitas aquáticas da fase de operação da PCH Bandeirante.....	48
Figura 27. Representação gráfica da quantidade de espécies de macrófitas aquáticas registrada por campanha de monitoramento e a curva de acumulação de espécies registradas na fase de operação da PCH Bandeirante.	49

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Cronologia da realização das campanhas de monitoramento das Comunidades Aquáticas na área de influência da PCH Bandeirante nas fases de instalação e operação do empreendimento.....	8
Quadro 2. Localização das áreas de amostragem das comunidades aquáticas em relação ao reservatório da PCH Bandeirante, característica do ambiente e coordenadas geográficas.	8
Quadro 3. Valores de similaridade entre as áreas amostrais de monitoramento da ictiofauna nas duas campanhas de campo realizadas na fase de operação da PCH Bandeirante.	21
Quadro 4. Valores de diversidade Shannon e de equitabilidade da comunidade macroinvertebrados bentônicos registrados nas áreas amostrais da PCH Bandeirante, nas campanhas da fase de operação.	25
Quadro 5. Valores de similaridade entre as áreas de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos na fase de operação da PCH Bandeirante.	25
Quadro 6. Valores de diversidade e equitabilidade das áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do zooplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.	30
Quadro 7. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do zooplâncton na fase de operação da PCH Bandeirante.	30
Quadro 8. Valores de diversidade e equitabilidade das áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do fitoplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.	37
Quadro 9. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do fitoplâncton na fase de operação da PCH Bandeirante.	37
Quadro 10. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do perifíton na fase de operação da PCH Bandeirante.	43
Quadro 11. Valores de diversidade e equitabilidade das áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do perifíton da fase de operação da PCH Bandeirante.	44
Quadro 12. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do macrófitas aquáticas na fase de operação da PCH Bandeirante.	47

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA

1.1 Empreendedor

Rio Água Clara Energia S/A

CNPJ nº. 15.743.124/0001-34

Endereço

Rodovia MS 320, s/n – Zona Rural

CEP: 79.560-000

Água Clara - Mato Grosso do Sul

Coordenadas geográficas:

19°31'43" S de Latitude e 52°31'11" W Longitude.

Endereço para Correspondência:

A/C Lígia Rocha Guedes

Avenida Rubens de Mendonça, n. 2000, s/1.208, Ed. Centro Empresarial Cuiabá, Bosque da Saúde.

Cuiabá - Mato Grosso

CEP: 78.050-000

Telefone: (65) 3363-6565

Licença Vigente

Licença de Operação nº 190/2020, processo nº 71/401510/2019

1.2 Empresa Consultora

Samorano Consultoria Ambiental EIRELI

CREA nº. 6.286 D/MS

CNPJ nº. 07.315.354/0001-74

www.samorano.com.br

Endereço para Correspondência:

Avenida Centaurea, 50 – Bairro Cidade Jardim

Campo Grande - Mato Grosso do Sul

CEP: 79.040-711

Telefone: (67) 3029-6370

Wagner Henrique Samorano

Diretor

Engenheiro Agrônomo

CREA: 2.584 D/MS

Engenheiro de Segurança do Trabalho

E-mail: wagner@samorano.com.br

2. INTRODUÇÃO

Organismos aquáticos vêm sendo utilizados no monitoramento ambiental há aproximadamente um século e têm como base o conceito de indicadores biológicos. A premissa básica do uso de indicadores biológicos para avaliar a qualidade da água é que a presença de uma espécie em números elevados significa que suas necessidades físicas, químicas e nutricionais estão sendo supridas. Assim, os organismos refletem a qualidade do ambiente e podem ser utilizados para indicar efeitos específicos ou complexos, sendo particularmente vantajosos por registrarem continuamente as condições ambientais (JOHNSON *et al.*, 1993).

O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os rios estão sujeitos a numerosas variações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antrópicos (CAIRNS-JR *et al.*, 1993, *apud* BUSS *et al.*, 2003).

O presente relatório refere-se ao estudo da Comunidade Aquática presente na área de influência da PCH Bandeirante, realizado em fevereiro e agosto de 2020, representando as duas primeiras campanhas da fase de operação do empreendimento.

2.1 Objetivos

Inventariar e monitorar as comunidades aquáticas, incluindo ictiofauna, macroinvertebrados bentônicos, zooplâncton, fitoplâncton, perifíton e macrófitas aquáticas, ocorrentes no rio Sucuriú sob influência da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Bandeirante, analisando a distribuição, densidades numéricas e riqueza com acompanhamento de espécies indicadoras de qualidade ambiental área de influência da PCH. Pretende-se ainda subsidiar a tomada de decisões relativas à promoção de atividades de uso múltiplo e de manejo para a conservação do trecho sob a influência da PCH Bandeirante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Campanhas de monitoramento

O monitoramento das comunidades aquáticas na área de influência da PCH Bandeirante foi iniciado na fase de instalação (seis campanhas) do empreendimento e se estenderá na fase de operação (Quadro 1). O presente relatório refere-se ao estudo dessas comunidades aquáticas, realizado em fevereiro e agosto de 2020, representando as duas primeiras campanhas da fase de operação do empreendimento.

Quadro 1. Cronologia da realização das campanhas de monitoramento das Comunidades Aquáticas na área de influência da PCH Bandeirante nas fases de instalação e operação do empreendimento.

Campanha	Período	Estação	Fase
1º	abr/18	Chuvosa	Instalação
2º	jun/18	Seca	
3º	set/18	Seca	
4º	dez/18	Chuvosa	
5º	mar/19	Chuvosa	
6º	jun/19	Seca	
1º	fev/20	Chuvosa	Operação
2º	ago/20	Seca	

Áreas amostrais

O rio Sucuriú, localizado no nordeste do Estado do Mato Grosso do Sul, é um afluente da margem direita do Rio Paraná. O monitoramento das comunidades aquáticas foram realizados em três áreas (Quadro 2), uma no reservatório (ambiente lântico), uma a montante (ambiente lótico) e outra a jusante (ambiente lótico) do reservatório.

Quadro 2. Localização das áreas de amostragem das comunidades aquáticas em relação ao reservatório da PCH Bandeirante, característica do ambiente e coordenadas geográficas.

Área	Localização	Ambiente	Coordenadas (SIRGAS 2000; 22k)	
1	Montante	Lótico	338379.93 m E	7845730.01 m S
2	Reservatório	Lântico	340546.64 m E	7839974.21 m S
3	Jusante	Lótico	340914.66 m E	7837920.42 m S



Figura 1. Distribuição espacial das áreas de amostragem de comunidades aquáticas na área de influência da PCH Bandeirante. Fonte: modificado de Google Earth, 2020.

Metodologias de monitoramento

Ictiofauna

Para a realização de amostragens quantitativas foi utilizado uma bateria de redes de espera (malhas 3, 7 e 10 cm entre nós opostos, 10 metros de comprimento) em cada área de amostral, permanecendo na água por aproximadamente 24 horas, com revisão em 12h.

A amostragem qualitativa foi realizada com uso de rede de arrasto (malha 0,5 com 2 metros de comprimento), com esforço de 5 arrastes nas áreas rasas de praias ou barrancos em cada área amostral.

Após a captura os indivíduos foram identificados em campo, mensurados (comprimento total) e fotografados, os espécimes não identificados foram

anestesiados, posteriormente mortos em solução de formol 10% e acondicionados em sacos plásticos, etiquetados com indicação de sua procedência, data e coletor.

Foram realizadas análises referentes a riqueza e abundância das espécies, tamanho dos indivíduos, diversidade e similaridade das áreas amostrais e uma curva de acumulação das espécies registradas campanha a campanha.

De acordo com seu hábito migratório/reprodutivo, as espécies foram classificadas em sedentário (espécies residentes), facultativo (pode realizar migração genética ou trófica) e obrigatória (realiza migração genética e trófica).

Macroinvertebrados bentônicos

Os métodos empregados na amostragem dos organismos bentônicos dependeram das características do substrato de fundo e da correnteza da água dos pontos de monitoramento. A comunidade bentônica foi amostrada com o auxílio de um coletor busca fundo (rede D, malha 20 μ), fazendo-se um arrasto do sedimento.

Ao final de cada prospecção os macroinvertebrados foram transferidos para recipientes de plástico etiquetados e na sequência fixados em solução aquosa de formalina (8%) para triagem e identificação. Em laboratório, a lavagem do sedimento foi realizada em duas peneiras de malhas com 500 μ m e 200 μ m. A pré-triagem foi feita na primeira peneira para separar os organismos maiores. O material retido na peneira de 200 μ m foi conservado em solução aquosa de etanol a 70%.

Para a identificação da fauna bentônica o material coletado em campo foi triado em caixa de luz e identificados sob estereomicroscópio para visualização dos apêndices anatômicos.

A estrutura das comunidades foi analisada por meio de sua composição taxonômica e abundância. As estimativas da estrutura numérica das comunidades zoobentônicas foram expressas em organismos por metro quadrado (org/m²) a partir da qual foi calculado o Índice de Diversidade de Shannon (H'). Para comparar os pontos amostrais neste estudo foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis, com auxílio do programa BioDiversity Pro (McALLECE, 1997). A riqueza taxonômica foi calculada pela somatória dos *taxa* encontrados nas amostras por período de amostragem. Para cada *taxon* foi calculada a abundância relativa (Pi) conforme o método utilizado por Abilhôa & Bastos (2005), como sendo a proporção do número de indivíduos coletados para cada *taxon* em relação ao número total capturado, onde: Pi

= proporção do *taxon* na amostra total de indivíduos; n_i = número de indivíduos do *taxon* i ; N = número total de indivíduos da amostra. Foi utilizado como indicador ambiental a presença e ausência de *taxa* sensíveis e/ou tolerantes às perturbações ambientais para avaliar o grau de conservação dos ambientes no decorrer de um ciclo hidrológico completo.

Zooplâncton

As amostras para a determinação da composição do zooplâncton foram obtidas usando-se uma rede cônica, com diâmetro de 25 cm e malha de 65 μm , por meio de arrasto horizontal contra a corrente. Para as análises quantitativas ocorrerá a filtragem de um volume de 200 litros em cada área amostral. Após serem coletadas, as amostras foram acondicionadas em frascos de polipropileno e fixadas com 10 ml de solução aquosa de formalina comercial a uma concentração final de 4%.

Em laboratório foi procedida à análise qualitativa dos organismos, usando-se um microscópio estereoscópio e um microscópio ótico onde cada amostra foi analisada identificando-se os organismos ao menor nível taxonômico possível.

Para análise quantitativa, foi realizada contagem dos organismos em câmara de Sedgewick-Rafter utilizando-se o processo de subamostragem ou análise total da amostra, dependendo de sua densidade. Os resultados foram expressos em número de organismos/ m^3 . Para identificação dos zooplânctons foram utilizadas chaves de identificação especializadas, tais como, Koste (1978), Reid (1985), Elmoor-Loureiro (1997) e Paggi (1995).

Fitoplâncton

Para amostragem de fitoplâncton foram coletadas amostras com auxílio de rede de plâncton com abertura de malha de 25 μm por meio de arrastos horizontais contra a corrente em cada estação de amostragem. Posteriormente as coletas, as amostras foram acondicionadas em frascos de polipropileno e preservadas em solução de Transeau conforme procedimentos preconizados por Bicudo & Menezes (2006). Para as análises quantitativas, foram coletadas amostras de água na subsuperfície com frasco de 300 mL, adicionando-se posteriormente 5 mL de solução de lugol-acético a 1% de acordo com Wetzel & Likens (1991).

As densidades numéricas (n° ind/mL) foram estimadas segundo o método de sedimentação de Utermöhl (1958) em microscópio invertido. Os indivíduos (células, colônias, cenóbios e filamentos) foram contados em campos aleatórios, seguindo as indicações de Uehlinger (1964).

A partir das estimativas da estrutura numérica da comunidade planctônica foi calculado o Índice de Diversidade de Shannon (H'). Para comparar os pontos amostrais neste estudo foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis, com auxílio do programa BioDiversity Pro (McALLECE, 1997). Para cada *taxon* foi calculada a abundância relativa (P_i) conforme o método utilizado por Abilhôa & Bastos (2005), como sendo a proporção do número de indivíduos coletados para cada *taxon* em relação ao número total capturado, onde: P_i = proporção do *taxon* na amostra total de indivíduos; n_i = número de indivíduos do *taxon* i ; N = número total de indivíduos da amostra.

Perifíton

As amostragens de perifíton foram desenvolvidas por meio de raspagem de substratos rochosos (pedras ou cascalhos) submersos e preferencialmente situados em zona de fluxo turbulento, a uma profundidade entre 10 a 30 cm, conforme recomenda INAG, (2008), onde o substrato rochoso foi amostrado em uma bandeja, com cobertura de uma área conhecida (para cálculo da densidade). No caso de ausência de material rochoso o perifíton foi extraído de partes submersas de plantas aquáticas.

O material perifítico foi removido do substrato com auxílio de uma escova de cerdas e jatos de água do próprio corpo de água, sendo transferidos para frascos plásticos de 500 ml, os quais foram preservados com solução de Lugol acético 1%.

A identificação e contagem foram realizadas em câmara de sedimentação (Utermöhl, 1958) em microscópio invertido em aumento de 400X.

Para comparar os pontos amostrais foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis, com auxílio do programa BioDiversity Pro (McALLEECE *et al.*, 1997). A riqueza taxonômica foi calculada pela somatória dos *taxa* encontrados nas amostras por período de amostragem. Para cada espécie foi calculada a abundância relativa (P_i) conforme o método utilizado por Abilhôa & Bastos (2005), como sendo a

proporção do número de indivíduos coletados para cada espécie em relação ao número total capturado.

Macrófitas aquáticas

O monitoramento foi executado por meio de uma avaliação fitossociológica, que informa às espécies que ocorrem e a cobertura de cada espécie numa dada comunidade. O estudo foi realizado em linhas permanentes, permitindo uma avaliação sobre a dinâmica da comunidade.

A análise dos dados foi conduzida investigando dentro dos parâmetros fitossociológicos, observando a ocorrência de alterações no estado social das espécies dominantes ao longo do tempo, como efeito da operação do empreendimento.

Cada ponto da amostragem compreende dois transectos de amostragem de cobertura. Além do inventário de espécies, foi quantificado a cobertura relativa das plantas aquáticas amostradas em cada ponto. Uma análise de agrupamento (*Cluster analysis*), utilizando a distância Bray-Curtis, foi desenvolvida para estimar a similaridade entre pontos de amostragem.

As macrófitas aquáticas foram classificadas de acordo com a forma de vida em (POTT & POTT, 2000):

- Planta anfíbia ou semiaquática: plantas que vivem em áreas alagadas, de hábito arbustivo, arbóreo ou herbáceo;
- Planta emergente: planta enraizada no fundo, parcialmente submersa;
- Planta flutuante enraizada: planta enraizada no fundo, com caule e/ou ramos e/ou folhas flutuantes;
- Planta flutuante livre: planta não enraizada no fundo, podendo ser levada pela correnteza;
- Planta submersa livre: planta não enraizada no fundo, totalmente submersa;
- Planta submersa fixa: planta enraizada no substrato, totalmente submersa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ictiofauna

Das campanhas da fase de Instalação

No decorrer da fase de instalação da PCH Bandeirante foram realizadas seis campanhas de monitoramento da ictiofauna, obtendo o registro de 132 peixes pertencentes a 20 espécies, o que equivale a 9,9% das espécies registradas para a Bacia do Rio Paraná no Estado de Mato Grosso do Sul (FROEHLICH *et al.*, 2017), a qual deságua o rio Sucuriú. Nesta fase do monitoramento da ictiofauna, a Ordem Characiformes foi destaque, com o registro de 65% das espécies, seguida pela Ordem Siluriformes, com 20% das espécies e, Perciformes, com 15% das espécies registradas na fase de instalação. A Ordem Characiformes é um dos maiores grupos de peixes de água doce, com 1.352 espécies, apresentando uma grande diversidade morfológica e ecológica, estando presentes em todos os níveis tróficos, desde forrageiros constituindo a base da cadeia alimentar, até predadores de topo (MOREIRA, 2007; REIS *et al.*, 2003).

Das campanhas da fase de Operação

Durante as campanhas de monitoramento da ictiofauna realizadas na fase de operação, houve o registro de 36 peixes pertencentes a 11 espécies, dos quais 14 peixes pertencentes a cinco espécies foram registrados na 1ª campanha (fevereiro de 2020) e 22 peixes pertencentes a oito espécies registrados na 2ª campanha (agosto de 2020). Em cada uma dessas campanhas de monitoramento foi adicionada uma espécie à curva do coletor. Esses novos registros de ocorrência nas áreas monitoradas (*Serrasalmus marginatus* e *Trachelyopterus galeatus*) elevam para 22 espécies a riqueza de peixes nos trechos de estudo no rio Sucuriú (Figura 2). O esforço amostral permanece sendo de 72h para cada rede de espera e cinco arrastes utilizando redes de arrasto em cada área amostral.

Comunidades de peixes podem atuar como indicadoras da qualidade ambiental, uma vez que são reflexo do estado biótico e abiótico de seu ambiente (SHIBATTA,

2007). Alterações verificadas na estrutura da comunidade são subsídios para a identificação de possíveis distúrbios ambientais sejam no padrão de dominância ou de diversidade de espécies (CLARKE & WARWICK, 1994).

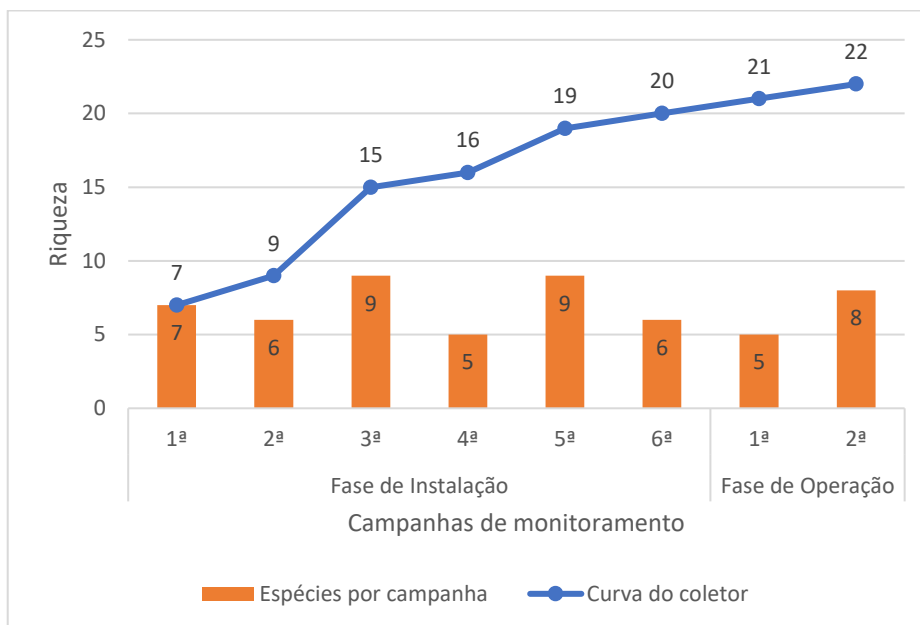


Figura 2. Representação gráfica da quantidade de espécies de peixes registradas por campanha de monitoramento da quantidade acumulada de espécies (curva do coletor).

Tabela 1. Classificação, nome comum e abundância das espécies de peixes registrados em cada área amostral, por campanha de monitoramento da fase de operação da PCH Bandeirante, hábito alimentar e utilização do espaço.

		1ª campanha			2ª campanha				
Classificação	Nome comum	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3	Hábito alimentar	Utilização do espaço
CHARACIFORMES									
Erythrinidae									
<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra					1		Carnívoro	Sedentário
Prochilodontidae									
<i>Prochilodus lineatus</i>	curimba		1		2	1		Iliófaga	Migratório
Characidae									
<i>Myleus tiete</i>	pacu-prata				2			Onívoro	Migratório
<i>Serrasalmus maculatus</i>	piranha			2		8		Carnívoro	Migratório
<i>Serrasalmus marginatus</i>	catarina					4		Carnívoro	Sedentário
Anostomidae									
<i>Leporinus friderici</i>	piau-três-pintas					1		Onívoro	Migratório
<i>Schizodon altoparanae</i>	ximburé				1	1		Herbívora	Migratório
SILURIFORMES									
Auchenipteridae									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	anujá		1					Onívoro	Sedentário
Loricariidae									
<i>Hypostomus regani</i>	casudo	2	3	4				Detritívoro	Sedentário
Pimelodidae									
<i>Pimelodus ornatus</i>	bagre-chorão						1	Piscívora	Migratório
PERCIFORMES									
Cichlidae									
<i>Cichla kelberi</i>	tucunaré-amarelo		1					Piscívora	Sedentário
Riqueza		1	4	2	3	6	1		
Abundância		2	6	6	5	16	1		

Tanto na primeira quanto na segunda campanha de monitoramento da fase de operação da PCH Bandeirante, os resultados de riqueza e abundância (Figura 3) foram mais elevados na Área 2 (reservatório). Na primeira campanha a Área 1 (montante) obteve o menor registro de riqueza e abundância enquanto que na segunda campanha esses parâmetros foram menores na Área 3 (jusante). Foram obtidos resultados de captura em todas as áreas monitoradas nas campanhas da fase de operação. O cascudo (*Hypostomus regani*; Figura 4) foi a espécie mais abundante na campanha, com a captura de nove exemplares. Na 2ª campanha a espécie mais abundante foi a piranha-amarela (*Serrasalmus maculatus*; Figura 5) com oito exemplares capturados.

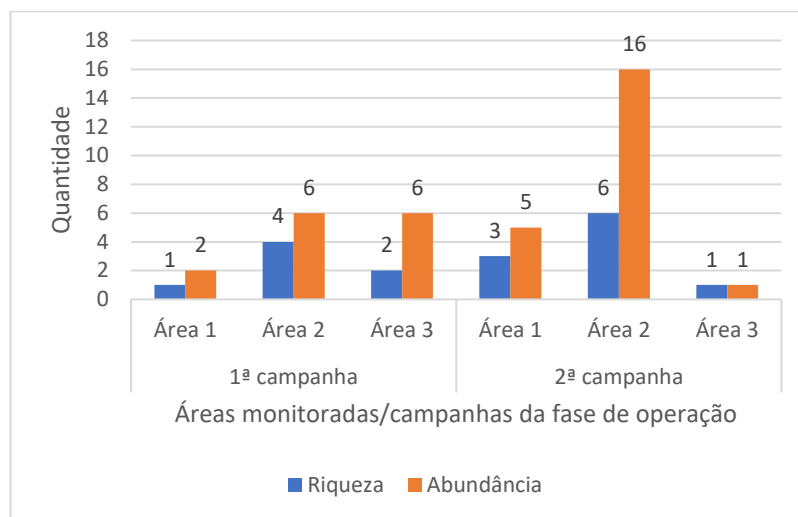


Figura 3. Representação gráfica dos valores de riqueza e abundância da ictiofauna registrada nas áreas monitoradas na PCH Bandeirante.



Figura 4. Indivíduo de cascudo (*Hypostomus regani*), espécie mais abundante da 1ª campanha da fase de operação da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.



Figura 5. Exemplar de piranha-amarela (*Serrasalmus maculatus*), a espécie capturada mais abundante na 2ª campanha da fase de operação da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.

A piranha-amarela (*Serrasalmus maculatus*) foi capturada em sete das oito campanhas já realizadas (FO=0,875), cinco realizadas na fase de instalação e nas duas na fase de operação. Outra espécie com alta frequência de ocorrência foi o piau-três-pintas (*Leporinus friderici*), registrado em seis campanhas (FO=0,75).

As espécies saicanga (*Roeboides descalvadensis*), canivete (*Characidium* aff. *zebra*), lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*), piquira (*Bryconamericus stramineus*), cará (*Satanoperca pappaterra*) e joana-guenza (*Crenicichla haroldoi*) na fase de instalação e catarina (*Serrasalmus marginatus*) e anujá (*Trachelyopterus galeatus*) na fase de operação, foram registradas em apenas uma campanha de monitoramento, obtendo os menores valores de frequência de ocorrência (F=0,125) da ictiofauna registrada no monitoramento.

Na 2ª campanha da fase de operação da PCH Bandeirante foram registrados dois indivíduos de pacu-prata (*Myleus tiete*; Figura 6) na Área 1 (montante do reservatório), e outros dois indivíduos registrados anteriormente na 3ª campanha da fase de instalação. Esta espécie é endêmica do Brasil, naturalmente rara e que no passado, esteve amplamente distribuída pela bacia do alto rio Paraná. O pacu-prata, como é chamado, ocupa quase que exclusivamente os trechos lóticos dos rios para completar seu ciclo de vida. Devido a estas características e sua área de ocupação estar fragmentada pelos barramentos existentes na bacia do rio Paraná e pela forma como a expansão agrícola pode influenciar de maneira direta e negativa o seu hábito alimentar, a espécie é categorizada como Em Perigo (EN) pelos critérios do ICMBIO (2018). Esta espécie

habita principalmente rios, alimentando-se de plantas terrestres, frutos da estação das cheias e plantas aquáticas na seca (AGOSTINHO *et al.*, 2004).



Figura 6. Indivíduo de pacu-prata (*Myleus tiete*) registrado na Área 1 (montante) do reservatório da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.

Em relação ao hábito alimentar, na fase de operação, as categorias tróficas carnívora e onívora se destacaram com a presença de três espécies cada, correspondendo juntas a cerca de 55% das espécies registradas nesta fase. A categoria piscívora apresentou duas espécies e, as categorias detritívora, herbívora e iliófaga foram representadas por uma espécie cada.

No que se refere a migração reprodutiva, 54,5% das espécies apresentam hábito de migração obrigatório, a curimba (*Prochilodus lineatus*), o pacu-prata (*Myleus tiete*), a piranha-amarela (*Serrasalmus maculatus*), o piaui-três-pintas (*Leporinus friderici*; Figura 7), o ximburé (*Schizodon altoparanae*; Figura 8) e o bagre-chorão (*Pimelodus ornatus*). As outras 45,5% das espécies possuem hábitos sedentários.



Figura 7. Exemplar de piau-três-pintas (*Leporinus friderici*), parcialmente predado, capturado em rede de espera na área 2 (reservatório) da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.



Figura 8. Exemplar de ximburé (*Schizodon altoparanae*), capturada em rede de espera na área 2 (reservatório) da PCH Bandeirante. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.

Em relação à similaridade entre as áreas amostrais (Quadro 3), na 1º campanha todas as áreas foram 50% similares. Na 2º campanha não houve similaridade entre a Área 3 com a Área 2 e 1. A similaridade entre a as áreas 1 e 2 foi de 19%. Essas variações são bem perceptíveis em cladograma (Figura 9).

Quadro 3. Valores de similaridade entre as áreas amostrais de monitoramento da ictiofauna nas duas campanhas de campo realizadas na fase de operação da PCH Bandeirante.

Matriz de Similaridade		1º campanha			2º campanha		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
1º campanha	Área 1	*	50	50	0	0	0
	Área 2	*	*	50	18,2	9,1	0
	Área 3	*	*	*	0	18,2	0
2º campanha	Área 1	*	*	*	*	19,0	0
	Área 2	*	*	*	*	*	0
	Área 3	*	*	*	*	*	*

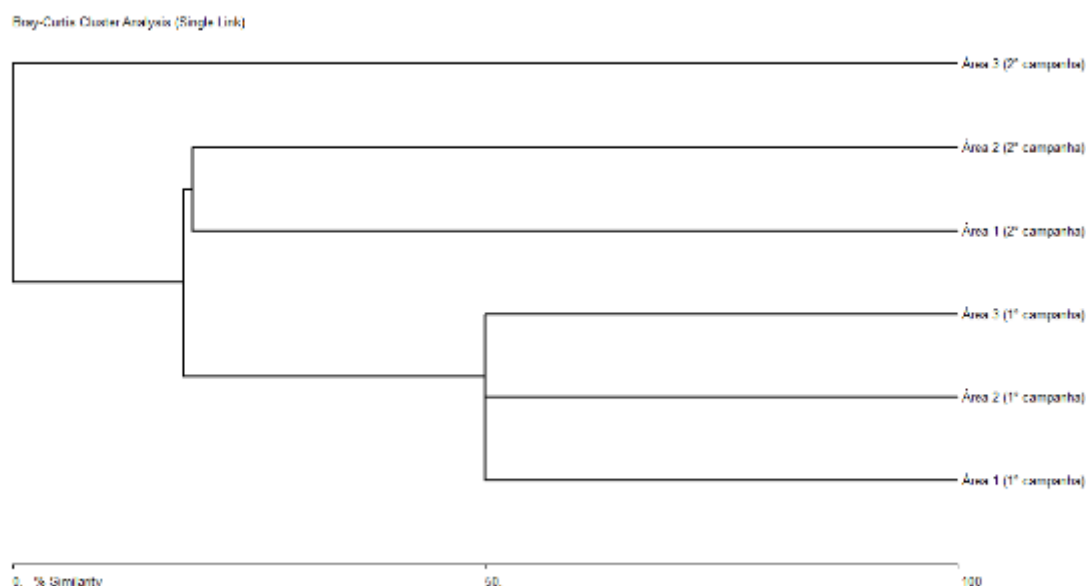


Figura 9. Cladograma (análise cluster) criado com valores de similaridade entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento da ictiofauna na área de influência da PCH Bandeirante.

As espécies catarina (*Serrasalmus marginatus*), anujá (*Trachelyopterus galeatus*) e bagre-chorão (*Pimelodus ornatus*) são espécies alóctones, ou seja, foram introduzidas na porção sul matogrossense do rio Paraná via Itaipu ou seu canal de piracema. Já o tucunaré-amarelo (*Cichla kelberi*), de origem amazônica, foi introduzida em vários reservatórios da bacia do Alto Paraná (ESPINOLA, 2009 *apud* FROEHLICH *et al.*, 2017) visando a exploração via pesca esportiva e comercial.



Figura 10. A espécie de piranha conhecida como catarina (*Serrasalmus marginatus*) teve sua invasão na porção sul matogrossense do rio Paraná promovida pela instalação da Itaipu ou seu canal de piracema. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.



Figura 11. O anujá (*Trachelyopterus galeatus*) teve colonizou a porção sul matogrossense do rio Paraná após a instalação da Itaipu ou pelo seu canal de piracema. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.



Figura 12. O tucunaré-amarelo (*Cichla kelberi*) foi introduzido em reservatórios da bacia do Alto Paraná visando a exploração via pesca esportiva e comercial. Foto: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.

Macroinvertebrados bentônicos

Das campanhas da fase de Instalação

Foram realizadas seis campanhas de monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos durante a fase de instalação da PCH Bandeirante, obtendo o registro de 1059 ind/m² pertencentes a nove grupos de espécies em quatro Filos diferentes.

Melanoides sp. foi registrada em todas as campanhas de monitoramento da fase de instalação. Este gastrópode é uma espécie exótica invasora, que pode alcançar grandes densidades populacionais. A espécie habita todos os tipos de corpos d'água continentais, podendo ocorrer em ambientes estuarinos e até em águas salgadas, é altamente prolífera, formando grandes agregados populacionais, que afetam a dinâmica dos processos ecológicos (SANTOS *et al.*, 2016). Apesar de não ter sido registrado na fase de operação, o esforço aplicado em seu monitoramento será mantido buscando precaver o empreendimento em caso de superpopulações desta espécie.

Das campanhas da fase de Operação

Nas duas campanhas já realizadas na fase de operação (Tabela 2) houve o registro de maior riqueza de grupos de macroinvertebrados bentônicos em menores densidades que as médias registradas na fase de instalação. Foram 13 grupos/137 ind.m² na campanha de fevereiro de 2020 e 9 grupos/107 ind.m² na campanha de agosto de 2020. A Família Chironomidae obteve os maiores valores de abundância relativa ($P_i = 0,27$ na 1ª campanha e 0,45 na 2ª campanha). Esta família é um dos mais abundantes e ricos grupos de organismos encontrados em riachos. Os representantes dessa família ocorrem em quase todos os ambientes de água doce, vivendo em sistemas lóticos e lênticos, incluindo fontes termais, lagos vulcânicos, águas doces de degelo, acúmulos de água em folhas e madeiras, solo úmido, águas salobras e zona entre marés (PINDER, 1995). Essa heterogeneidade de habitats e sua resistência a águas poluídas o tornam um excelente indicador de águas poluídas. A densidade dessa família registrada nas campanhas é baixa, comum em águas naturais.

Tabela 2. Classificação, abundância e abundância relativa (Pi) de grupos de macroinvertebrados bentônicos registrados na fase de operação da PCH Bandeirante.

Classificação	1º campanha				2º campanha			
	Área 1	Área 2	Área 3	Pi	Área 1	Área 2	Área 3	Pi
Anellida								
Oligochaeta	9	3	2	0,10	5	6	3	0,13
Arthropoda – Insecta								
Acarina								
Hydracarina	2		3	0,04				
Ephemeroptera								
Baetidae	4	6	2	0,09	2		3	0,05
Leptohyphidae	3	1	3	0,05				
Diptera								
Chironomidae	15	10	12	0,27	28	12	8	0,45
Ceratopogonidae	2		3	0,04	1	2		0,03
Simuliidae	3	6	5	0,10				
Tipulidae	1	2		0,02				
Plecoptera								
Perlidae	8	3	4	0,11	3	1	2	0,06
Hemiptera								
Naucoridae	2	3		0,04	1	1	1	0,03
Odonata								
Libellulidae	5	4	3	0,09	4	3	2	0,08
Gomphidae			2	0,01	2	2	2	0,06
Trichoptera								
Hydropsychidae	2	2	2	0,04	7	4	2	0,12
Riqueza	12	10	11	0,24	9	10	11	0,28
Total de organismos	56	40	41		53	31	23	

O maior valor de diversidade Shannon (Quadro 4) foi registrado na área 3, tanto na 1° quanto na 2° campanha de monitoramento. A equitabilidade variou entre J' : 0,72 na área 1 (1° campanha) e J' : 0,921 na Área 2 (1° campanha). Os valores de similaridade (Quadro 5) entre as áreas de estudo são consideradas médias (50-75%). Usando os valores de similaridade obtidos nas duas campanhas, foi obtido um cladograma onde se percebe a formação de dois grupos distintos, formados pelas similaridades entre as áreas de cada campanha (Figura 13).

Quadro 4. Valores de diversidade Shannon e de equitabilidade da comunidade macroinvertebrados bentônicos registrados nas áreas amostrais da PCH Bandeirante, nas campanhas da fase de operação.

Índices	1° campanha			2° campanha		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Shannon H' Log Base 10	0,951	0,921	0,955	0,687	0,76	0,818
Shannon H_{max} Log Base 10	1,079	1	1,041	0,954	0,903	0,903
Shannon J'	0,881	0,921	0,917	0,72	0,842	0,906

Quadro 5. Valores de similaridade entre as áreas de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos na fase de operação da PCH Bandeirante.

Matriz de similaridade		1° campanha			2° campanha		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
1° campanha	Área 1	*	68,8	72,2	60,6	62,1	53,2
	Área 2	*	*	69,1	53,8	56,3	66,7
	Área 3	*	*	*	57,4	66,7	62,5
2° campanha	Área 1	*	*	*	*	69	57,9
	Área 2	*	*	*	*	*	70,4
	Área 3	*	*	*	*	*	*

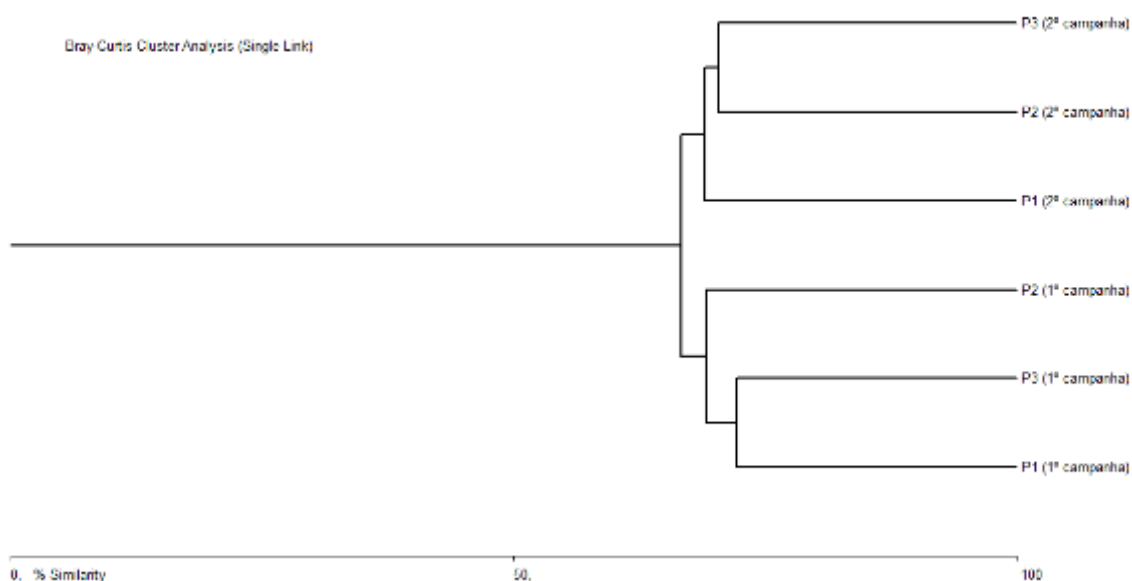


Figura 13. Cladograma de similaridade entre as áreas de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos nas duas campanhas da fase de operação da PCH Bandeirante.

Considerando as seis campanhas executadas na fase de instalação e as duas campanhas da fase de operação do empreendimento, foi registrado até o momento a presença de 18 grupos de macroinvertebrados bentônicos nas áreas amostrais. A riqueza de grupos dobrou ao término da fase de instalação (Figura 14), possivelmente em decorrência da diminuição do fluxo d'água pela formação do reservatório.

Tabela 3. Classificação e abundância dos grupos de macroinvertebrados bentônicos registrados nas campanhas de monitoramento da fase de instalação e operação da PCH Bandeirante.

Classificação	Fase de Instalação						Fase de Operação	
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°
FILO NEMATODA		34	65	58	59	58		
FILO MOLLUSCA								
Classe Gastropoda								
Família Thiaridae								
<i>Melanoides</i> sp.	33	50	15	12	10	13		
FILO ANNELIDA								
Classe Oligochaeta	17	34					14	14
FILO ARTHROPODA								
Classe Insecta								
Ordem Coleoptera	17	33						
Ordem Odonata	50	17						
Família Gomphidae	17	50	12	12	10	15	2	6
Família Libellulidae							12	9
Ordem Diptera	34							
Família Chironomidae	67	67					37	48
Família Ceratopogonidae			55	51	42	52	5	3
Família Simuliidae							14	
Família Tipulidae							3	
Ordem Trichoptera								
Família Hydropsychidae							6	13
Ordem Ephemeroptera								
Família Baetidae							12	5
Família Leptohyphidae							7	
Ordem Acarina								
Família Hydracarina							5	
Ordem Plecoptera								
Família Perlidae							15	6
Ordem Hemiptera								
Família Naucoridae							5	3
Riqueza	7	7	4	4	4	4	13	9
Densidade total (ind/m²)	235	285	147	133	121	138	137	107

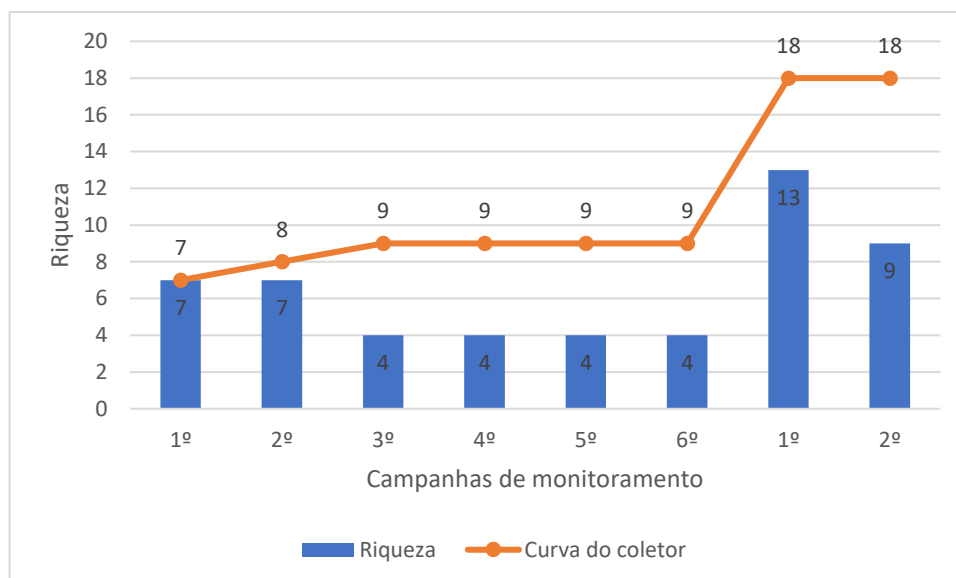


Figura 14. Representação gráfica da quantidade de grupos de macroinvertebrados bentônicos registrados a cada campanha e curva do coletor na PCH Bandeirante.

Zooplâncton

Das campanhas da fase de Instalação

Durante a fase de instalação da PCH Bandeirante foi registrada uma riqueza de 17 espécies de zooplâncton, com uma média geral por campanha de 2682,2 org.m³, indicando que não houve eutrofização das águas do rio Sucuriú no período das coletas. Foram registrados sete Protozoários, quatro Cladóceros, cinco Copépodes e quatro Rotíferos.

Das campanhas da fase de Operação

Em duas campanhas de monitoramento da fase de operação já executadas (Tabela 4), foram registradas 13 formas de zooplâncton, abrangendo um total de 1054 ind.m³. Somente nessas duas campanhas, mais cinco espécies foram catalogadas, ampliando para 22 a diversidade registrada nas áreas monitoradas. A Área 1 obteve as mais altas riqueza e abundância nessas duas campanhas.

A maior abundância relativa na 1ª campanha da fase de operação foi obtida por *Lecane bulla* (Pi= 0,27), um rotífero de ampla distribuição geográfica (BONECKER *et al.*, 1994) e na 2ª campanha por *Daphnia* sp. (Pi= 0,2) que é um microcrustáceo filtrador pertencente à Ordem Cladocera, que em condições ambientais favoráveis, reproduz-se

assexuadamente por partenogênese e origina uma população constituída apenas por fêmeas geneticamente idênticas à mãe e em condições desfavoráveis, ocorre a produção de machos e como resultado da reprodução sexuada (RUPPERT & BARNES, 1996).

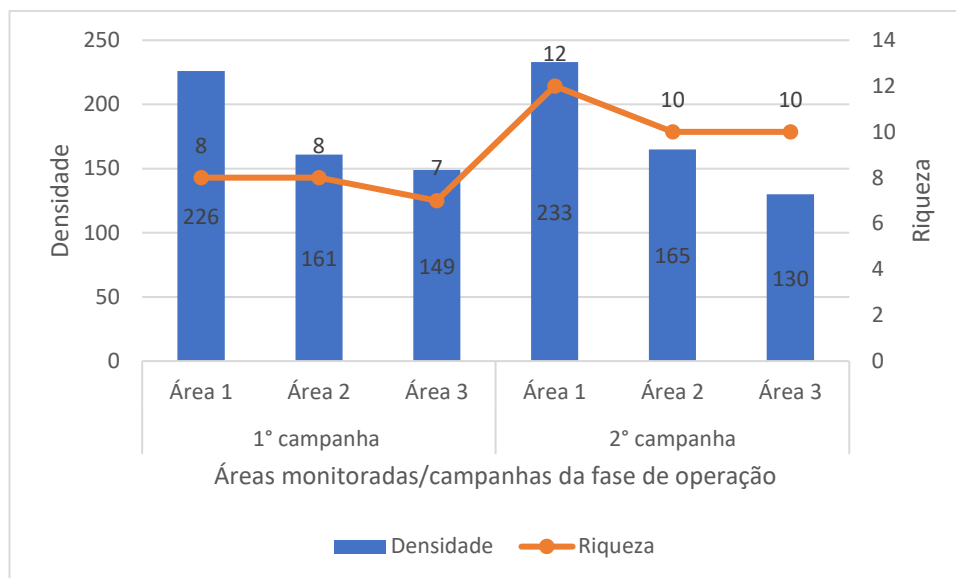


Figura 15. Representação gráfica da densidade e riqueza de zooplâncton registrados nas duas campanhas da fase de operação da PCH Bandeirante.

Tabela 4. Classificação, abundância e abundância relativa (Pi) do zooplâncton registrado nas campanhas de monitoramento da fase de operação da PCH Bandeirante.

Classificação	1º campanha				2º campanha			
	Área 1	Área 2	Área 3	Pi	Área 1	Área 2	Área 3	Pi
Cladocera								
<i>Bosmina</i> sp.	21	30	35	0,16	11	21	11	0,08
<i>Daphnia</i> sp.	18	11	55	0,16	55	33	17	0,20
<i>Alona verrucosa</i>					5	16	17	0,07
Copepoda								
Nauplio Cyclopoida	25	15	11	0,10	22	33	15	0,14
Nauplio Calanoida					5		11	0,03
<i>Argyrodiaptomus</i> sp.					7			0,01
Rotifera								
<i>Cephalodella</i> sp.	21	16	8	0,08	18	11	7	0,07
<i>Enicetrus</i> sp.		5		0,01	5	5		0,02
<i>Lecane bulla</i>	57	63	25	0,27	33	11	22	0,13
Protozoa								
<i>Diffugia</i> sp.	33	17	11	0,11	30	15	11	0,11
<i>Euglypha</i> sp.	13			0,02	10	5		0,03
<i>Centropixys aculeata</i>	38	4	4	0,09	32	5	4	0,08
<i>Curcubitella</i> sp.							15	0,03
Densidade (nºorg/m³)	226	161	149		233	165	130	
Riqueza	8	8	7		12	10	10	

Utilizando valores de riqueza e abundância foi gerado valores de diversidade e equitabilidade (Quadro 6) através do uso de programa de estatística. A Área 1 registrou o maior valor de diversidade Shannon (H' : 0,859) e de equitabilidade (J' : 0,952) na 1ª campanha da fase de operação da PCH Bandeirante. Na 2ª campanha, o destaque de valores desses parâmetros foi a Área 3 (H' : 0,965 e J' : 0,965).

A similaridade (Quadro 7) entre as áreas amostrais é considerada média (entre 50 e 75%), sendo 72,9% entre as áreas 1 e 2 na 1ª campanha e 64,6% entre as áreas 2 e 3 na 2ª campanha. A similaridade entre a Área 1 na 1ª e 2ª campanha de monitoramento foi de 75,8%. Utilizando-se desses valores foi construído um cladograma (Figura 16) para verificação das similaridades entre as áreas e campanhas.

Quadro 6. Valores de diversidade e equitabilidade das áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do zooplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.

Índices	1ª campanha			2ª campanha		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Shannon H' Log Base 10	0,859	0,761	0,715	0,958	0,911	0,965
Shannon H_{max} Log Base 10	0,903	0,903	0,845	1,079	1	1
Shannon J'	0,952	0,842	0,846	0,888	0,911	0,965

Quadro 7. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do zooplâncton na fase de operação da PCH Bandeirante.

Matriz de similaridade		1ª campanha			2ª campanha		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
1ª campanha	Área 1	*	72,9	52,3	75,8	58,3	48,9
	Área 2	*	*	64,5	56,9	58,9	55,7
	Área 3	*	*	*	65,4	65,1	59,5
2ª campanha	Área 1	*	*	*	*	63,4	53,4
	Área 2	*	*	*	*	*	64,6
	Área 3	*	*	*	*	*	*

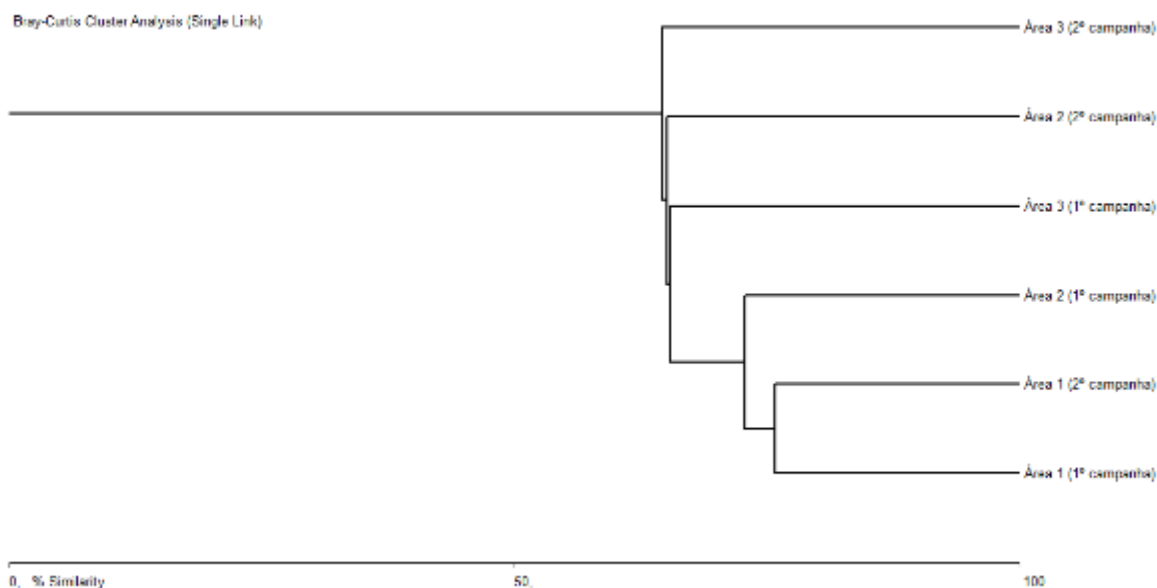


Figura 16. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do zooplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.

Com a execução das duas campanhas de monitoramento da fase de operação da PCH Bandeirante foram adicionadas mais cinco espécies de zooplâncton à riqueza de 17 espécies conhecidas e registradas nas seis campanhas da fase de instalação (Tabela 5). A curva do coletor construída com os valores de novos registros a cada campanha de monitoramento atinge a riqueza de 22 espécies (Figura 17).

Tabela 5. Classificação e abundância dos grupos de zooplâncton registrados nas campanhas de monitoramento da fase de instalação e operação da PCH Bandeirante.

Classificação	Fase de Instalação						Fase de Operação	
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°
REINO PROTISTA - PROTOZOÁRIOS								
<i>Arcella discoides</i>	1699	1019	385	335	118	123		
<i>Arcella conica</i>	170	127	116	100				
<i>Arcella gibbosa</i>					20	20		
<i>Arcella</i> sp.	531	425	214	213				
<i>Centropyxis aculeata</i>							46	41
<i>Curcubittella</i> sp.								15
<i>Diffugia</i> sp.					71	76	61	56
<i>Euglypha</i> sp.	424	297	172	175	24	30	13	15
<i>Lesquereusia spiralis</i>					54	54		
REINO ANIMALIA - CLADÓCEROS								
<i>Alona verrucosa</i>	127							38
<i>Bosminia</i> sp.					100	100	86	43
<i>Bosminiopsis</i> sp.	509	361	164	158	35	36		
<i>Dafnia</i> sp.			237	218	70	188	84	105
REINO ANIMALIA - COPÉPODES								
<i>Argyrodiaptomus</i> sp.								7
<i>Diaphanosoma</i> sp.	403	255	211	200	133	125		
<i>Diaptomus</i> sp.	1188	255	188	177	193	192		
Nauplio Calanoida			988	873	405	447		16
Nauplio Cyclopoida					106	106	51	70
REINO ANIMALIA - ROTÍFEROS								
<i>Cephalodella</i> sp.							45	36
<i>Encentrum</i> sp.							5	10
<i>Keratella</i> sp.		63	63	67	55	67		
<i>Lecane bulla</i>					18	20	145	66
Riqueza	8	8	10	10	14	14	9	13
Densidade (nº org/m³)	5051	2802	2738	2516	1402	1584	536	518

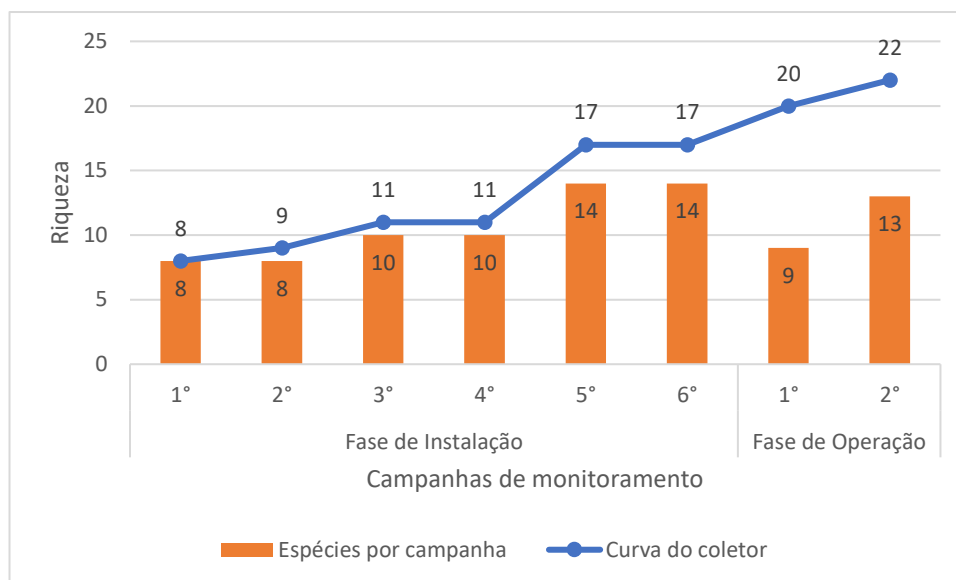


Figura 17. Representação gráfica da quantidade de espécies de zooplâncton registradas por campanha de monitoramento da quantidade acumulada de espécies (curva do coletor) na PCH Bandeirante.

Fitoplâncton

Das campanhas da fase de Instalação

Durante a fase de instalação da PCH Bandeirante foi registrada uma riqueza de 21 espécies de fitoplâncton, com uma média geral por campanha de 681 indivíduos, indicando que não houve eutrofização das águas do rio Sucuriú no período das coletas. Foram registradas 10 espécies de algas Bacillariophyceae, duas Cyanophyceae, incluindo *Microcystis aeruginosa*, sete Zygmamaphyceae e uma Oedogoniophyceae.

O gênero *Microcystis* compreende as cianobactérias formadoras de floração mais comuns em ecossistemas de água doce e recebe atualmente grande atenção das pesquisas em âmbito mundial pela sua ampla distribuição geográfica em todos os continentes e pela frequente produção de toxinas (FALCONER, 2005; ROUCO *et al.*, 2011; STRAUB *et al.*, 2011). *Microcystis aeruginosa* é a espécie mais conhecida e estudada do gênero, pois é uma impactante cianobactéria formadora de florações em ambientes aquáticos. As florações são formadas por um conjunto de linhagens, algumas capazes de produzir um peptídeo hepatotóxico chamado microcistina, outras não. Esta espécie foi registrada em todas as campanhas de monitoramento da fase de instalação. Sua presença, mesmo que comum, demanda atenção devido a possibilidade de floração

em casos de eutrofização das águas, o que permanecerá sendo constantemente monitorado.

Cerca de 40 gêneros são potencialmente tóxicos, contudo, as espécies que despertam maior interesse na pesquisa ou monitoramento pertencem aos seguintes gêneros: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Nostoc* e *Planktothrix* (CARMICHAEL, 2001). As cianobactérias tóxicas ocorrentes no Brasil são representadas por 32 espécies distribuídas em três ordens: 12 *Chroococcales*, 10 *Oscillatoriales* e 10 *Nostocales* (SANT'ANNA *et al.*, 2008).

Das campanhas da fase de Operação

Foram registradas na fase de operação da PCH Bandeirante, três espécies de algas da Classe *Cyanophyceae*, quatro de *Chlorophyceae*, três de *Zygnematophyceae*, uma *Euglephyceae* e três *Bacillariophyceae*. Nessas duas campanhas (Figura 18;

Tabela 6) a Área 1 foi a mais rica em espécies, apresentando 10 e 12 espécies, respectivamente. A maior abundância foi registrada na Área 2 na 1ª campanha e na Área 3 na 2ª campanha.

Monoraphidium tortile foi a espécie com maior abundância relativa nas duas campanhas de monitoramento, com $P_i = 0,14$ na primeira e $0,15$ na segunda campanha. Clorofíceas do gênero *Monoraphidium* também foram os mais representativos em outros ambientes artificiais urbanos no Brasil com diferentes estados tróficos e condições ambientais (SANT'ANNA *et al.*, 1989; NOGUEIRA & LEANDRO-RODRIGUES, 1999; SILVA, 1999; FERRAGUT *et al.*, 2005; MARTINS & FERNANDES, 2006; TUCCI *et al.* 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2008).

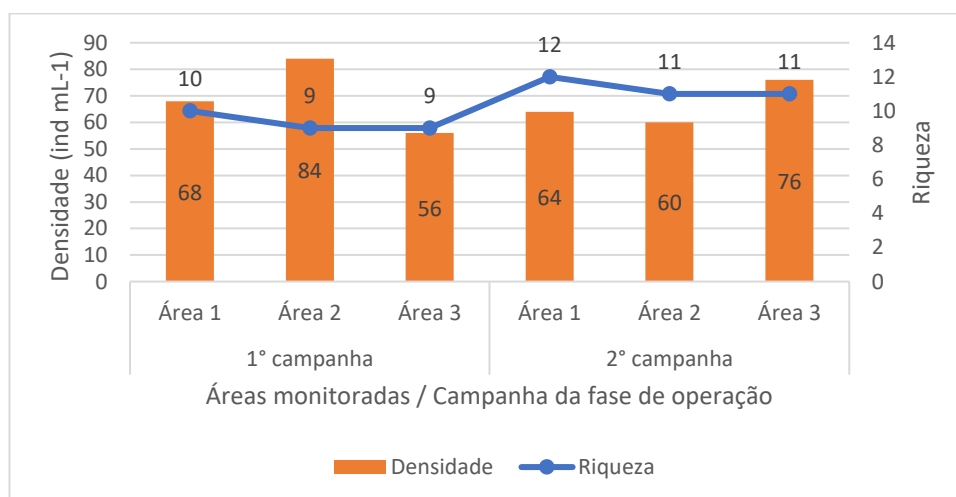


Figura 18. Representação gráfica da riqueza e densidade de fitoplâncton registrado nas áreas de monitoramento na fase de operação da PCH Bandeirante.

Tabela 6. Classificação, abundância e abundância relativa (Pi) do fitoplâncton registrado nas áreas amostrais e campanhas de monitoramento da fase de operação da PCH Bandeirante.

Classificação	1º campanha				2º campanha			
	Área 1	Área 2	Área 3	Pi	Área 1	Área 2	Área 3	Pi
Cyanophyceae								
<i>Anabaena</i> sp.	4	16	8	0,13	4	8	4	0,08
<i>Oscillatoria</i> sp.	4	4		0,04	4			0,02
<i>Planktolyngbya</i> sp.		8	8	0,08	4	4	4	0,06
Chlorophyceae								
<i>Coelastrum microporum</i>	4	12		0,08	8	4	4	0,08
<i>Eudorina elegans</i>	4	16	4	0,12	4	8	4	0,08
<i>Monoraphidium tortile</i>	8	16	8	0,15	4	8	16	0,14
<i>Monoraphidium</i> sp.						4	4	0,04
Zygnematophyceae								
<i>Closterium</i> spp.	12		8	0,10	8	4	8	0,1
<i>Desmidium baileyi</i>	8	4	8	0,10	4	4	8	0,08
<i>Mougeotia</i> sp.							16	0,08
Euglephyceae								
<i>Euglena acus</i>	12	4	4	0,10	8		4	0,06
Bacillariophyceae								
<i>Eutonia curvata</i>	8		4	0,06	4	8	4	0,08
<i>Navicula</i> sp.					4	4		0,04
<i>Synedra</i> sp.	4	4	4	0,06	8	4		0,06
Riqueza de táxons	10	9	9		12	11	11	
Densidade (ind mL⁻¹)	68	84	56		64	60	76	

A diversidade e equitabilidade (Quadro 8) foram calculados em programa de estatística com valores de riquezas e abundâncias registradas nas áreas amostrais. A Área 1 registrou o maior valor de diversidade Shannon nas duas campanhas de campo da fase de operação (H' : 0,956 e 1,054, respectivamente). A Área 3 na 1ª campanha e a Área 1 na 2ª campanha obtiveram melhores resultados de equitabilidade.

Quadro 8. Valores de diversidade e equitabilidade das áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do fitoplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.

Índices	1ª campanha			2ª campanha		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Shannon H' Log Base 10	0,956	0,881	0,931	1,054	1,016	0,962
Shannon H_{max} Log Base 10	1	0,954	0,954	1,079	1,041	1,041
Shannon J'	0,956	0,924	0,976	0,976	0,975	0,924

A similaridade (Quadro 9) entre as áreas amostrais é considerada média (entre 50 e 75%), sendo 71% entre as áreas 1 e 3 na 1ª campanha e 64,5% entre as áreas 1 e 2 na 2ª campanha. Entre as campanhas de monitoramento, a similaridade mais elevada foi verificada entre as campanhas realizadas na Área 1 (72,7%). Utilizando-se desses valores foi construído um cladograma (Figura 19) para verificação das similaridades entre as áreas e campanhas.

Quadro 9. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do fitoplâncton na fase de operação da PCH Bandeirante.

Matriz de similaridade		1ª campanha			2ª campanha		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
1ª campanha	Área 1	*	47,4	71,0	72,7	62,5	61,1
	Área 2	*	*	57,1	54,1	55,6	50,0
	Área 3	*	*	*	66,7	69,0	66,7
2ª campanha	Área 1	*	*	*	*	64,5	57,1
	Área 2	*	*	*	*	*	58,8
	Área 3	*	*	*	*	*	*

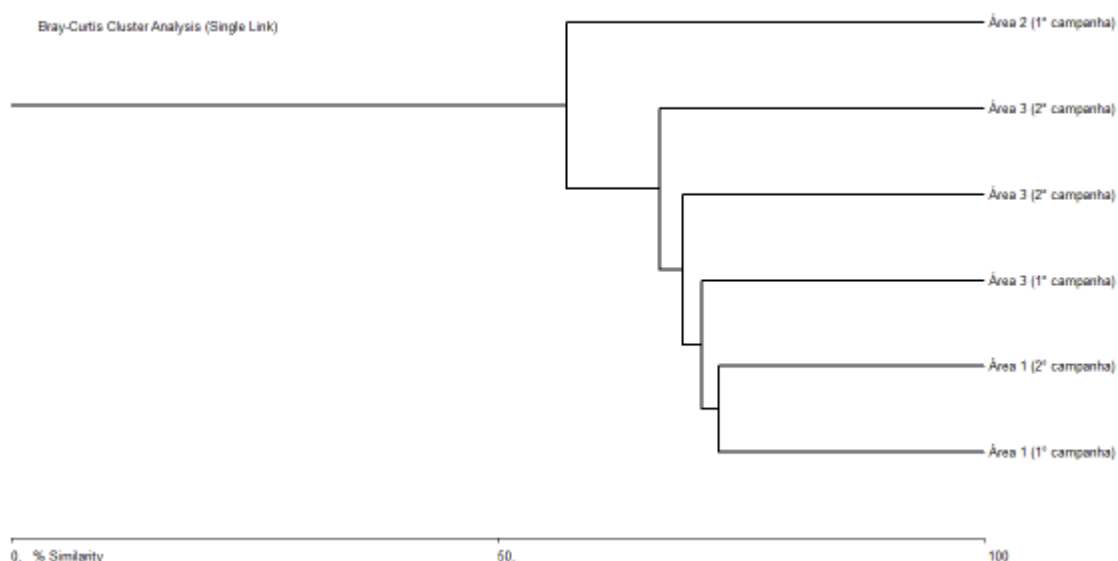


Figura 19. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do fitoplâncton da fase de operação da PCH Bandeirante.

No decorrer das seis campanhas de monitoramento do fitoplâncton da fase de instalação, foram registrados 21 espécies e na fase de operação, 14 espécies, das quais 11 não registradas anteriormente (Tabela 7), alavancando a curva do coletor para uma riqueza acumulada de 32 espécies de fitoplâncton no decorrer do monitoramento (Figura 20).

Tabela 7. Classificação e abundância do fitoplâncton registrado nas campanhas de monitoramento da fase de instalação e operação da PCH Bandeirante.

Classificação	Fase de Instalação						Fase de Operação	
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°
EUGLEPHYCEAE								
<i>Euglena acus</i>							20	12
BACILLARIOPHYCEAE								
<i>Actinella</i> sp.	23	7	6	15	42	60		
<i>Eunotia</i> sp.2	25	38	57	55	32	70		
<i>Eunotiasp.</i>	519	123	158	181	160	199		
<i>Eutonia curvata</i>							12	16
<i>Fragilaria</i> sp.	60	31	59	63	43	48		
<i>Navicula</i> sp.	2		3	5	4	8		8
<i>Pinnularia</i> sp.	1	1	1	1	1	10		
<i>Surirella linearis</i>	7	17	16	22	17	32		
<i>Surirella</i> sp.	32	28	25	29	15	42		
<i>Surirella</i> sp.2	18	3	3	6	5	12		
<i>Surirella</i> sp.3	1	1	1		5	5		
<i>Synedra</i> sp.							12	12
CYANOPHYCEAE								
<i>Anabaena</i> sp.							28	16
<i>Microcystis aeruginosa</i>	202	139	63	73	43	40		
<i>Oscillatoria</i> sp.	45	7	7	13	20	28	8	4
<i>Planktolyngbya</i> sp.							16	12
CHLOROPHYCEAE								
<i>Coelastrum microporum</i>							16	16
<i>Eudorina elegans</i>							24	16
<i>Monoraphidium</i> sp.								8
<i>Monoraphidium tortile</i>							32	28
ZYGMEMAPHYCEAE		13						

Classificação	Fase de Instalação						Fase de Operação	
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°
<i>Closterium</i> spp.							20	20
<i>Cosmarium</i> sp.		5	5	8	5	5		
<i>Desmidium baileyi</i>							20	16
<i>Desmidium graveillei</i>	11	6	78	90	85	85		
<i>Mougeotia</i> sp.	39	23	23	32	12	30		16
<i>Spondylosium desmidiiforme</i>		16	15	32	21	20		
<i>Spyrogyra</i> sp.	5	16	16	20	25	25		
<i>Staurostrum</i> sp.	11	9	14	14	45	40		
<i>Xanthidium</i> sp.						12		
OEDOGONIOPHYCEAE								
<i>Bulbochaete</i> sp.		8	9	9	6	12		
Densidade total (nº de ind)	1.001	491	559	668	586	783	208	200
Riqueza	16	19	19	18	19	20	11	14

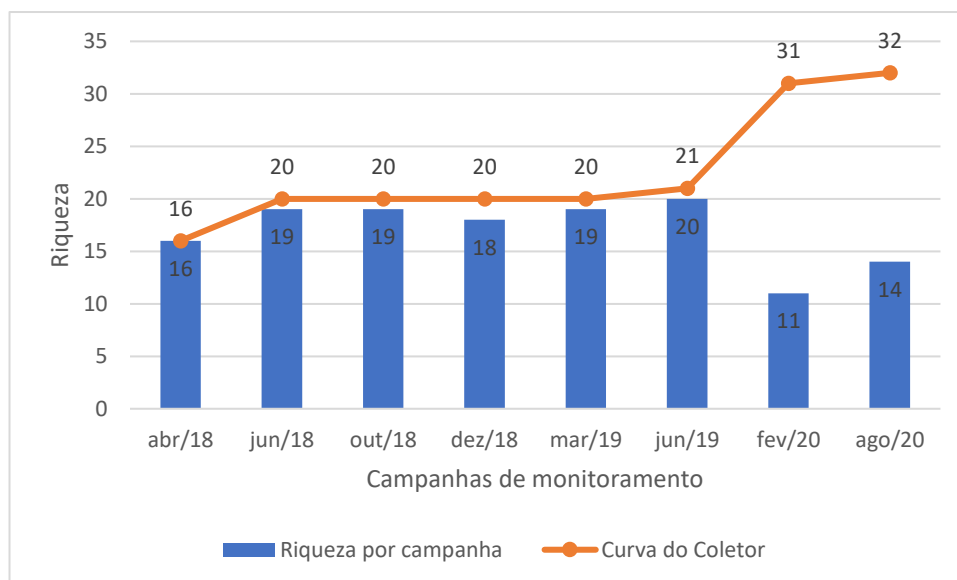


Figura 20. Representação gráfica da quantidade de espécies de fitoplâncton registrada por campanha de monitoramento e a curva de acumulação de espécies registradas nas fases de instalação e operação da PCH Bandeirante.

Perifíton

Em atendimento à tabela de condicionantes específicas da LO nº 190/2019 da PCH Bandeirante, o monitoramento de perifíton foi iniciado na fase de operação, complementando as comunidades aquáticas já monitoradas.

As algas perifíticas são indicadores biológicos do estado de trofia dos ambientes aquáticos, demonstrando mudanças na qualidade da água e da dinâmica do sistema, além de contribuírem para produção de matéria orgânica e fornecerem nichos específicos para organismos planctônicos (LOVERDE-OLIVEIRA *et al.* 2006).

Das campanhas da fase de Operação

Foram registradas 10 espécies na 1ª campanha (fevereiro 2020) e 8 na 2ª campanha (agosto 2020) de monitoramento (Tabela 8). Nas duas campanhas a Área 2 se apresentou mais rica, com nove e oito espécies, respectivamente, e abundante, com densidades de 72 e 68 ind. mL⁻¹, respectivamente.

A espécie *Gomphonema* sp. obteve maior abundância relativa na 1ª campanha (pi=0,16). Este grupo de espécies são registrados principalmente em ambientes dulcícolas e se destacam em riqueza de espécies e abundância de indivíduos nas

comunidades perifíticas (ROUND *et al.*, 1990). Na 2ª campanha o destaque em abundância relativa foi da alga Clorofícea *Closteriopsis* sp. ($P_i=0,19$).

Tabela 8. Classificação, abundância das espécies por área campanha e abundância relativa das algas perifíticas registradas nas campanhas da fase de operação da PCH Bandeirante.

Classificação	1ª campanha				2ª campanha			
	Área 1	Área 2	Área 3	Pi	Área 1	Área 2	Área 3	Pi
Cyanophyceae								
<i>Anabaena</i> sp.		8		0,05				
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	4	8	4	0,09		16	8	0,16
<i>Aphanocapsa</i> sp.	8			0,05	8	4	4	0,11
Chlorophyceae								
<i>Crucigenia</i> sp.	16	4	4	0,14	8	4	4	0,11
<i>Closteriopsis</i> sp.	16	4	4	0,14	4	8	16	0,19
<i>Chlorella</i> sp.	8	8		0,09	8	16		0,16
Euglephyceae								
<i>Euglena acus</i>		8	8	0,09	4	8	4	0,11
Bacillariophyceae								
<i>Eutonia curvata</i>	8	8		0,09	4	8		0,08
<i>Gomphonema</i> sp.	4	16	8	0,16				
<i>Navicula lanceolata</i>		8	8	0,09		4	8	0,08
Riqueza	7	9	6		6	8	6	
Densidade (ind. mL⁻¹)	64	72	36		36	68	44	

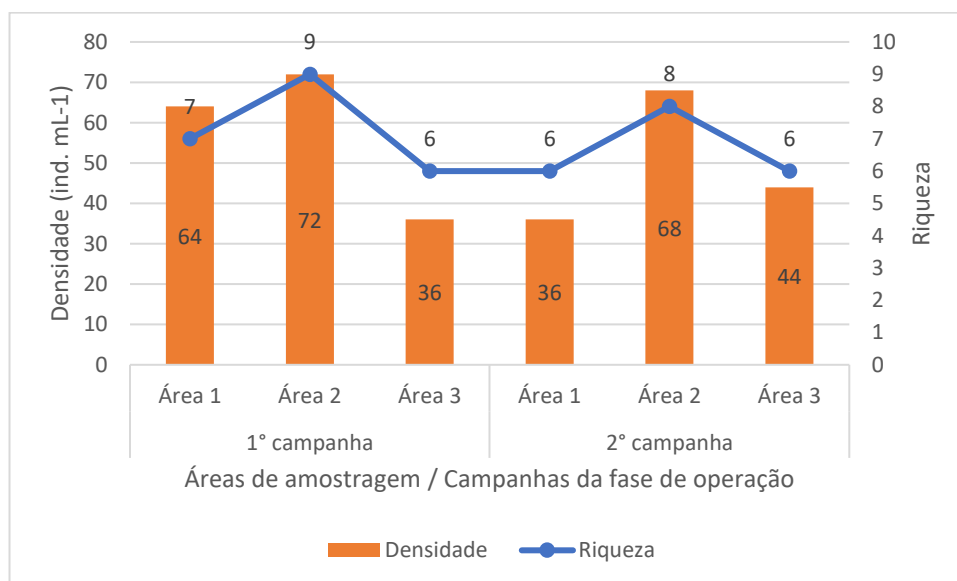


Figura 21. Representação gráfica da abundância e riqueza de espécies por área amostral e campanha de monitoramento do perifíton da fase de operação da PCH Bandeirante.

Nas duas campanhas da fase de operação (Quadro 10), a comunidade de algas perifíticas foi mais similar nas áreas 2 e 3, com 66,7 e 57,1%, respectivamente. Analisando as duas campanhas de forma concomitante o resultado para as campanhas na Área 1 foram mais elevados, com 64% de similaridade, distanciando-se das demais áreas (Figura 22).

Quadro 10. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do perifíton na fase de operação da PCH Bandeirante.

Matriz de similaridade		1º campanha			2º campanha		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
1º campanha	Área 1	*	47,1	32	64	54,5	51,9
	Área 2	*	*	66,7	44,4	62,9	48,3
	Área 3	*	*	*	33,3	46,2	60
2º campanha	Área 1	*	*	*	*	53,8	40
	Área 2	*	*	*	*	*	57,1
	Área 3	*	*	*	*	*	*

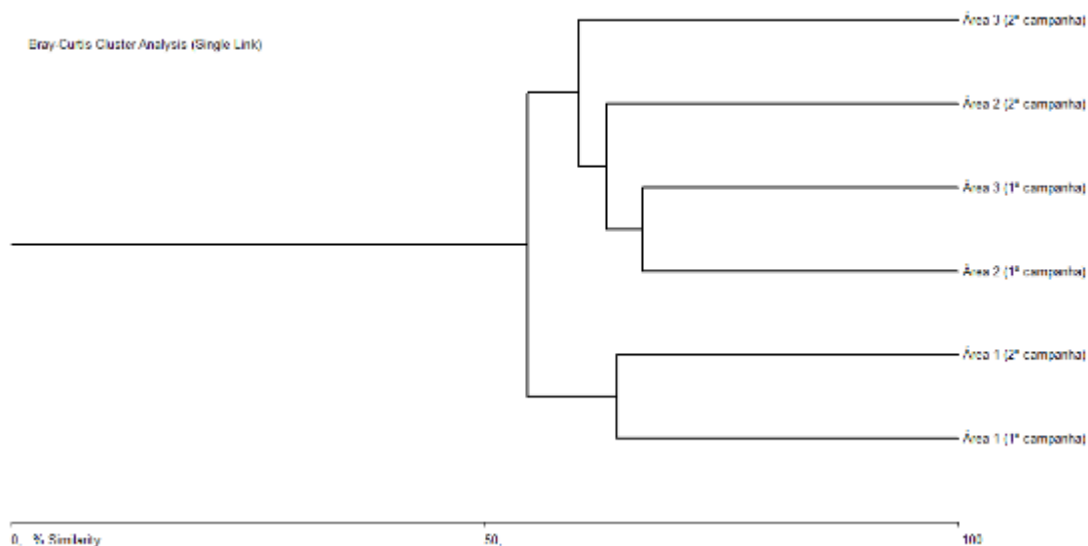


Figura 22. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do perifíton da fase de operação da PCH Bandeirante.

Em relação à diversidade (Shannon H' Log Base 10) de espécies (Quadro 11) a Área 2 se destacou com os maiores valores, nas duas campanhas de monitoramento e

todas as áreas/campanha obtiveram altos índices de equitabilidade (Shannon J'), que á a uniformidade na distribuição das espécies dentro da comunidade.

Quadro 11. Valores de diversidade e equitabilidade das áreas amostrais nas campanhas de monitoramento do perifíton da fase de operação da PCH Bandeirante.

Índices	1º campanha			2º campanha		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Shannon H' Log Base 10	0,79	0,921	0,754	0,754	0,841	0,713
Shannon Hmax Log Base 10	0,845	0,954	0,778	0,778	0,903	0,778
Shannon J'	0,935	0,965	0,968	0,968	0,931	0,916

Com o início do monitoramento do perifíton coincidindo com o início da fase de operação do empreendimento, a curva do coletor foi formada com dados referentes às duas campanhas de monitoramento já realizadas, alcançando a riqueza de 10 espécies (Figura 23).

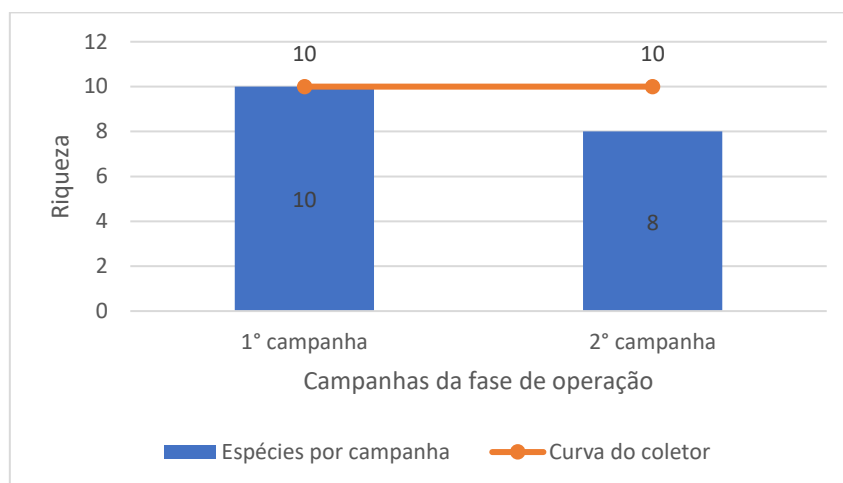


Figura 23. Representação gráfica da quantidade de espécies de perifíton registrada por campanha de monitoramento e a curva de acumulação de espécies registradas na fase de operação da PCH Bandeirante.

Macrófitas aquáticas

Das campanhas da fase de Instalação

No decorrer das campanhas de monitoramento das macrófitas aquáticas na fase de instalação da PCH Bandeirante não houve registros de espécies nas áreas amostrais, tampouco formações de bancos de macrófitas (baceiros), devido provavelmente, ao volume, força da correnteza e profundidade da calha do rio Sucuriú nesses trechos.

Das campanhas da fase de Operação

A formação do reservatório da PCH Bandeirante, reduzindo o fluxo e altura da coluna d'água nas margens do reservatório favorece à colonização desse ambiente por espécies de macrófitas aquáticas.

Na 1º campanha de monitoramento (fevereiro 2020) da fase de operação do empreendimento foram registradas quatro espécies e na 2º campanha (agosto 2020), sete espécies (Tabela 9). Nas duas campanhas a Área 1 (montante) se apresentou mais rica, com três e cinco espécies, respectivamente. Também nas duas campanhas de monitoramento, a Área 3 (jusante) apresentou menos espécies, uma e três, respectivamente (Figura 24).

Tabela 9. Classificação e presença das espécies de macrófitas aquáticas registradas por área e campanhas da fase de operação da PCH Bandeirante.

Classificação	Nome popular	Forma de vida	1º campanha			2º campanha		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Alismataceae								
<i>Echinodorus</i> sp.	chapéu-de-couro	Emergente				x		
Cyperaceae								
<i>Eleocharis</i> sp.	cebolinha	Anfíbia	x			x		
Onagraceae								
<i>Ludwigia</i> sp.1	florzêiro	Anfíbia	x	x	x	x	x	x
<i>Ludwigia</i> sp.2	cruz-de-malta	Anfíbia					x	
Pontederiaceae								
<i>Eichhornia crassipes</i>	camalote	Flutuante livre		x				
Salvinaceae								
<i>Salvinia auriculata</i>	orelha-de-onça	Flutuante livre				x	x	x
Scrophulariaceae								
<i>Bacopa</i> sp.	bacopa	Emergente					x	
Najadaceae								
<i>Naja</i> sp.	lodo	Submersa fixa						x
Lithraceae								
<i>Cuphea melvilla</i>	erva-de-bicho	Anfíbia	x			x		
Riqueza			3	2	1	5	4	3

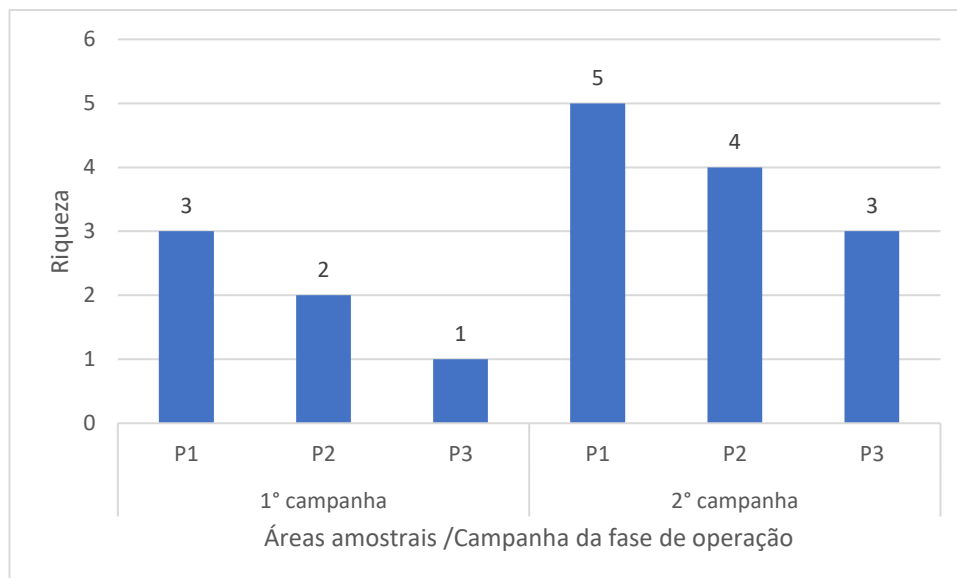


Figura 24. Representação gráfica da quantidade de espécies (riqueza) de macrófitas aquáticas registradas em cada área amostral e campanha de campo da fase de operação da PCH Bandeirante.

Dentre as nove espécies registradas na fase de operação, a espécie florzêiro (*Ludwigia* sp.1) se destaca pela distribuição temporal e espacial, sendo registrada em todas as áreas, nas duas campanhas de monitoramento. Por ser uma espécie anfíbia, é capaz de viver bem tanto em área alagada como fora d'água e, por serem fixas, não são carregadas com a coluna d'água.

Já o camalote (*Eichhornia crassipes*; Figura 25a), registrado na Área 2 da 1ª campanha e a orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*; Figura 25b), registrada nas três áreas amostrais da 2ª campanha, são plantas aquáticas flutuantes livres, ou seja, não possuem enraizamento no fundo, podendo serem levadas pela correnteza, pelo vento e até por animais. Essas duas espécies são cosmopolitas e duas das mais importantes plantas daninhas do mundo, devido ao grande potencial de dano que possui às atividades aquáticas, especialmente à produção de energia elétrica (SWARBRICK, 1981). Quando apresentam intenso crescimento em reservatórios, traz preocupação em relação a qualidade da água (POMPÊO et al., 2008). Nos levantamentos realizados por Tanaka et al. (2002), por exemplo, a orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*) ocorreu em todas as represas estudadas.

Essas duas espécies de macrófitas aquáticas serão monitoradas nos trechos estudados e haverá um cuidado constante na identificação e registro da formação de bancos/baceiros formados com estas espécies por toda a extensão do reservatório da PCH Bandeirante.



Figura 25. a) camalote (*Eichhornia crassipes*), registrado na Área 2; b) orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*) registrado nas três áreas amostrais, fase de operação, PCH Bandeirante. Fotos: Samorano Consultoria Ambiental, 2020.

Em relação à similaridade entre as áreas e campanhas, utilizamos valores de presença/ausência de espécies para a criação de uma matriz (Quadro 12) e cladograma (Figura 26) de similaridades, onde é possível verificar que as similaridades variaram entre baixa e média, sendo que na 1ª e segunda campanhas, o destaque foi entre Área 2 e 3, com 66,7 e 57,1% de similaridade, respectivamente. Abrangendo os valores entre as duas campanhas de monitoramento, a maior similaridade foi registrada na Área 1.

Quadro 12. Matriz de similaridades registradas entre as áreas amostrais e campanhas de monitoramento do macrófitas aquáticas na fase de operação da PCH Bandeirante.

Matriz de similaridade		1º campanha			2º campanha		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
1º campanha	Área 1	*	40	50	75	28,6	33,3
	Área 2	*	*	66,7	28,6	33,3	40
	Área 3	*	*	*	33,3	40	50
2º campanha	Área 1	*	*	*	*	44,4	50
	Área 2	*	*	*	*	*	57,1
	Área 3	*	*	*	*	*	*

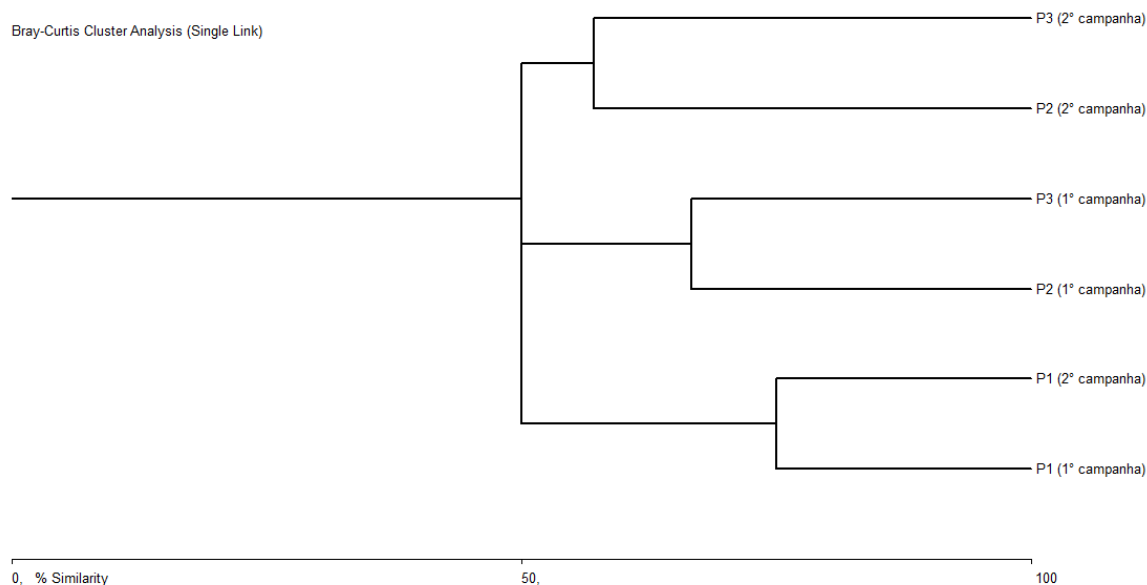


Figura 26. Cladograma de Bray-Curtis construído com os valores de similaridade entre as áreas amostrais nas campanhas de monitoramento de macrófitas aquáticas da fase de operação da PCH Bandeirante.

A curva do coletor de espécies de macrófitas aquáticas é formada com dados referentes às duas campanhas de monitoramento da fase de operação, nas quais foram obtidos resultados positivos, com a identificação de quatro espécies de macrófitas na 1ª campanha e mais cinco espécies diferentes na 2ª campanha, totalizando uma riqueza de nove espécies nesta fase de operação (Figura 27).

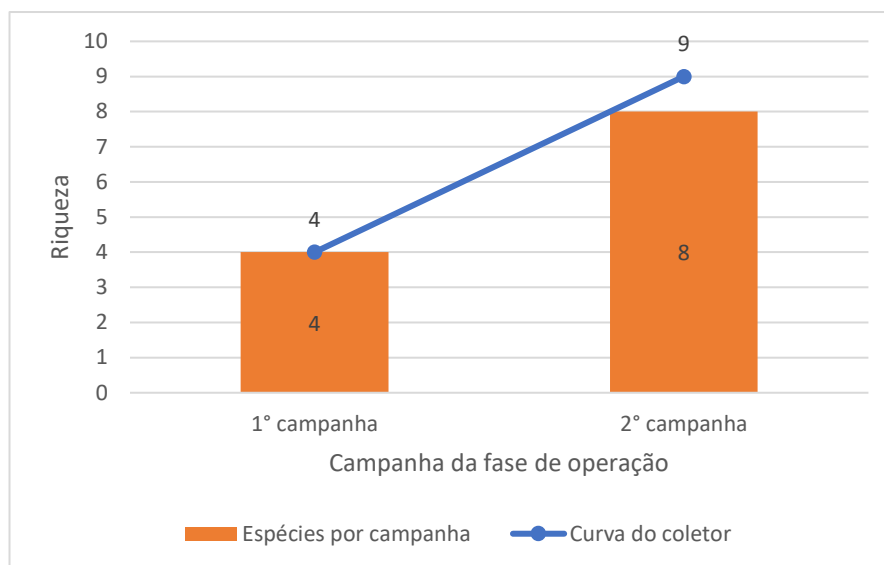


Figura 27. Representação gráfica da quantidade de espécies de macrófitas aquáticas registrada por campanha de monitoramento e a curva de acumulação de espécies registradas na fase de operação da PCH Bandeirante.

Segundo BIANCHINI-JUNIOR (2003), a distribuição e a abundância das macrófitas aquáticas são muitas vezes determinadas pelos fatores ambientais como disponibilidade de nutrientes, composição dos sedimentos, turbidez das águas e ação dos herbívoros. Além das condições climáticas favoráveis de climas tropicais como altas temperaturas médias e as intensas radiações solares.

Segundo Esteves (1988), as macrófitas constituem a principal comunidade produtora de biomassa em ambientes aquáticos, podendo interferir de diferentes maneiras na dinâmica desses ecossistemas. Em reservatórios de hidrelétricas, por exemplo, a ocorrência de plantas aquáticas tem sido um problema de importância crescente no Brasil, devido a elevada infestação de plantas aquáticas.

O meio mais eficiente e efetivo para minimizar os prejuízos causados pela proliferação exagerada de plantas aquáticas é o de prevenir a infestação em novas áreas, impedindo que as plantas se estabeleçam se espalhem e se tornem um problema. O monitoramento e o registro das informações são essenciais para detectar, identificar e planejar as estratégias para combater as novas espécies de plantas, ou novas áreas infestadas com plantas potencialmente prejudiciais (AGEVAP, 2012).

5. CONSIDERAÇÕES

Em duas campanhas realizadas na fase de operação da PCH Bandeirante, foram capturados 36 peixes pertencentes a 11 espécies, dos quais 14 peixes pertencentes a cinco espécies foram registrados na 1ª campanha (fevereiro de 2020) e 22 peixes pertencentes a oito espécies registrados na 2ª campanha (agosto de 2020). Foi obtido mais dois registros de ocorrência nas áreas monitoradas (*Serrasalmus marginatus* e *Trachelyopterus galeatus*) que elevam para 22 espécies a riqueza de peixes nos trechos de estudo no rio Sucuriú. A piranha-amarela (*Serrasalmus maculatus*) e o piau-três-pintas (*Leporinus friderici*) são as espécies com maiores frequências de ocorrências. A espécie pacu-prata (*Myleus tiete*) é endêmica do Brasil e categorizada como “Em Perigo” de extinção pelos critérios do ICMBIO.

Dentre os macroinvertebrados bentônicos registrados, caramujo *Melanoides* sp. espécie exótica invasora, esteve presente em todas as campanhas de monitoramento da fase de instalação. Este gastrópode pode alcançar grandes densidades populacionais. A Família Chironomidae foi registrada em baixas concentrações em todas as campanhas de monitoramento, indicando certa estabilidade na qualidade da água dos trechos estudados.

Os zooplâncton mais abundantes nas campanhas de monitoramento da fase de operação foram *Lecane bulla*, um rotífero de ampla distribuição geográfica e *Daphnia* sp., um microcrustáceo filtrador pertencente à Ordem Cladocera.

No monitoramento do fitoplâncton, a cianobactéria *Microcystis aeruginosa* foi registrada em todas as campanhas da fase de instalação e mesmo sem registro na atual fase, de operação, será investido esforços em seu contínuo monitoramento. *Monoraphidium tortile* foi a espécie com maior abundância nas campanhas de monitoramento da fase de operação do empreendimento. Esta alga clorofícea está presente frequentemente em reservatórios, independentemente do estágio de eutrofização de suas águas.

Na comunidade de algas perifíticas registradas na fase de operação, as espécies *Gomphonema* sp. (Diatomácea) e a alga *Closteriopsis* sp. (Clorofícea) obtiveram destaque em valores de densidade.

A macrófitas aquática com melhor distribuição espacial e temporal é o florzêiro (*Ludwigia* sp.1), espécie anfíbia colonizadora de barranco e áreas brejosas. Duas

espécies flutuantes livres foram registradas, o camalote (*Eichhornia crassipes*) e a orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*). A formação de bancos dessas macrófitas será investigada por toda a extensão do reservatório no decorrer das campanhas de monitoramento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEVAP - Associação Pró-Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2012. Estudos para identificação, localização e quantificação das causas da proliferação de plantas aquáticas, principalmente macrófitas, ao longo da calha do rio Paraíba do Sul, inclusive braços mortos, reservatórios e afluentes - Relatório de Prognóstico. TecnoGeo: Relatório Contratual – R4. São José dos Campos-SP. 56p.
- AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; JÚLIO JR., H.F.; PAVANELLI, C.S. & AGOSTINHO, C.S. 2004. Fish assemblages, p.223-246. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A & Hahn, N.S. (eds.). The Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden, Backhuys Publishers
- BONECKER, C. C.; LANSAC-TOHA, F. A. & STAUB, A. 1994. Qualitative study of rotifers in different environments of the high Paraná River floodplain (MS), Brazil. Revista UNIMAR 3:1-16.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F. & NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Cadernos de Saúde Pública, 19 (2): 465-474, 2003.
- CARMICHAEL, W. W. 2001. Health effects of toxin-producing Cyanobacteria: "The CyanoHABs". Human and Ecological Risk Assessment, v. 7: 1393-1407.
- CLARKE, K.R. and WARWICK, R.W. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Bournemouth, Bourne Press, 128p.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 1988. 575 p.
- FALCONER, I. R. 2005. Cyanobacterial toxins of drinking water supplies, CRC Press, Boca Raton, USA.
- FERRAGUT, C., LOPES, M.R.M., BICUDO, D. DE C., BICUDO, C.E. DE M., VERCELLINO, I.S. 2005. Ficoflórula perifítica e planctônica (Exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (lago do IAG, São Paulo). Hoehnea, 32(2):137-184.
- FROELICH, O.; CAVALLARO, M.; SABINO, J.; SÚAREZ, Y. R.; VILELA, M. J. A. Checklist da ictiofauna do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 107 (supl.), p. 1-14, 2017.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI – Peixes. 1. ed. - Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018.
- JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T. & ROSENBERG, D. M. Freshwater biomonitoring using individual organisms: populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (Eds.) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Nova Iorque: Chapman & Hall, 1993.
- LOVERDE-OLIVEIRA, S.; NUNES, J. R. S.; SILVA, V. P. Perifíton associado a *Eichhornia azurea* na Baía do Coqueiro, Pantanal Mato-Grossense: produtividade e densidade. Uniciências, v. 10, p. 145– 158, 2006.
- MARTINS, F.C.O. & FERNANDES, V. de O. 2006. Fitoplâncton da lagoa do campus universitário da UFES (Vitória, ES): Estrutura da comunidade e considerações ecológicas. Neotropical Biology and Conservation, 1(2):101-109.
- MOREIRA, C.R. 2007. Relações Filogenéticas na Ordem Characiformes Ostariophysi, Teleostei). Tese Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 62p.
- NOGUEIRA, I DE S. & LEANDRO-RODRIGUES, N.C. 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: Florística e algumas considerações ecológicas. Revista Brasileira de Biologia, 59(3):377-395.
- NOGUEIRA, I. DE S., NABOUT, J.C., OLIVEIRA, J.E. & SILVA, K. D. 2008. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. Hoehnea, 35(2):219-233.
- PINDER, L. C. V. 1995. The habitats of chironomid larvae, p. 107–135. In: P. D. Armitage; P. S. Cranston & L. C. V. Pinder (eds.). The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges. London, Chapman & Hall, 584 p.
- POMPÊO, M. L. M.; RODRIGUES, M. E. F.; HIRATA, R. T.; MACEDO, C. C. L. D. As macrófitas aquáticas: tipos ecológicos, importância para o ecossistema, monitoramento e controle do crescimento In: MALAGOLI, L. R.; BAJESTEIRO, F.B.; WHATELY, M. (Ed.). Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. cap. 3, p.92-111.
- POTT, V. J.; POTT, A. Plantas aquáticas do Pantanal. Brasília: Embrapa, 2000. 404 p.
- REIS, R. E., KULLANDER, S. O. & FERRARIS-JR, C. J. 2003. Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 729p.

- ROUCO, M.; LOPEZ-RODAS, V.; FLORES-MOYA, A. & COSTAS, E. 2011. Evolutionary changes in growth rate and toxin production in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* under a scenario of eutrophication and temperature increase. *Microb Ecol*, v. 62: 265-273.
- ROUND, F. E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D. G. (1990) The diatoms, biology & morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 741p.
- RUPPERT, E.E. & BARNES, R.D. 1996. Zoologia dos Invertebrados. Ed. Roca Ltda. São Paulo. 1073 pp.
- SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T. DE P., SORMUS, L. 1989. Fitoplâncton do lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: Estudo taxonômico e aspectos ecológicos. *Hoehnea*, 16:89-131.
- SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V. R.; DOGO, C. R.; RIOS, F. R. & CARVALHO, L. R. 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies*, v. 126: 249-263.
- SANTOS, S.B.; THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; MIYAHIRA, I.C.; SILVA, E.F.; LOPES, B.G.; GONÇALVES, I.C.B.; XIMENES, R.F.; LACERDA, L.E.M. 2016. Moluscos límnicos: gastrópodes. pp. 123-250. In: LATINI, A.O.; RESENDE, D.C. POMBOL V. B. CORADIN, L. eds. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. (Série Biodiversidade, 39). Brasília: MMA, 2016.
- SHIBATTA, O.A.; GALVES, W.; JEREP, F.C. Fish, Taquara river basin, Northern of the state of Paraná, Brazil. *Check List*, São Paulo, 3(3): 253-259. 2007.
- SILVA, L.H.S. 1999. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(2):281-303.
- STRAUB, C.; QUILLARDET, P.; VERGALLI, J.; DE MARSAC, N. T. & HUMBERT, J. F. 2011. A day in the life of *Microcystis aeruginosa* strain PCC 7806 as revealed by a transcriptomic analysis. *PLoS ONE*, v. 6: e16208.
- SWARBRICK, J. T. Weeds of Australia, Salviniaceae, Primulaceae, Pontederiaceae. *Aust. Weeds*, v. I, n. 10, p. 21-27, 1981.
- TANAKA, R. H. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. *Planta Daninha*, v. 20, p. 99-111, 2002. (Edição especial)
- TUCCI, A., SANT'ANNA, C.L., GENTIL, R.C. & AZEVEDO, M.T.P. 2006. Fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea*, 33(2):147-175.

7. EQUIPE TÉCNICA

Andrielly Alves Rodrigues

Bióloga

Especialista em Gestão Ambiental

Especialista em Gestão de Projetos

Especialista em Educação Ambiental

CRBio: 47260/01-D

Michaela Sandin Coelho

Bióloga

Especialista em Gestão Ambiental

CRBio: 74241/01-D

8. ANEXO

09/01/2020

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/00129
CONTRATADO			
2.Nome: ANDRIELLY ALVES RODRIGUES		3.Registro no CRBio: 047260/01-D	
4.CPF: 707.746.091-68	5.E-mail: andriellyalves@hotmail.com		6.Tel: (67)996044501
7.End.: ASSUNCAO BORBA 520		8.Compl.:	
9.Bairro: NOVA LIMA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79017-041
CONTRATANTE			
13.Nome: SAMORANO CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 07.315.354/0001-74	
16.End.: AVENIDA CENTAUREA 50			
17.Compl.:		18.Bairro: CIDADE JARDIM	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79040-711	22.E-mail/Site: contato@samorano.com.br / www.samorano.com.br	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 2. Ocupação de cargo/função Cargo/função que ocupa : Cargo/função técnica;			
24.Identificação : BIOLOGO			
25.Município de Realização do Trabalho: CHAPADAO DO SUL			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIOLOGO, ENG. AMBIENTAL	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO DE PTA; MONITORAMENTO DA COMUNIDADE AQUÁTICA DO RIO SUCURIU (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, FITOPLÂNTONS, ZOOPLÂNTONS, PERIFITONS, ICTIOPLÂNTONS, MACRÓFITAS AQUÁTICAS E ICTIOFAUNA) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO RIO ÁGUA CLARA ENERGIA S/A, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA E CHAPADÃO DO SUL - MS.			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 44	34.Início: JAN/2020	35.Término: JAN/2021
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 10/01/2020 Assinatura do Profissional 		Data: 10/01/2020 Assinatura e Carimbo do Contratante 	
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 8875.1759.2014.2955

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

14/01/2020

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/00231
CONTRATADO			
2.Nome: MICHAELA SANDIM COELHO		3.Registro no CRBio: 074241/01-D	
4.CPF: 012.301.031-47	5.E-mail: michaelasandim@gmail.com		6.Tel: (67)3351-1797
7.End.: ARGENIA 516		8.Compl.:	
9.Bairro: GIOCONDO ORSI	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79022-040
CONTRATANTE			
13.Nome: SAMORANO CONSULTORIA AMBIENTAL EIRELI			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 07.315.354/0001-74	
16.End.: AVENIDA CENTAUREA 50			
17.Compl.:		18.Bairro: CIDADE JARDIM	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79040-711	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : PCH BANDEIRANTES - ANÁLISE DE AMOSTRAS E RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DA COMUNIDADE AQUÁTICA (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, FITOPLÂNTONS, ZOOPLÂNTONS, PERIFITONS, ICTIOPLÂNTONS) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO RIO ÁGUA CLARA ENERGIA S/A, LOCALIZADO NOS MUNICÍPIOS DE ÁGUA CLARA E CHAPADÃO DO SUL - MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: CHAPADÃO DO SUL			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Biotecnologia/produção	
31.Descrição sumária : MONITORAMENTO DA COMUNIDADE AQUÁTICA (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, FITOPLÂNTONS, ZOOPLÂNTONS, PERIFITONS, ICTIOPLÂNTONS) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO RIO ÁGUA CLARA ENERGIA S/A, LOCALIZADO NOS MUNICÍPIOS DE ÁGUA CLARA E CHAPADÃO DO SUL - MS.			
32.Valor: R\$ 4.700,00	33.Total de horas: 50	34.Início: JAN/2020	35.Término: JAN/2021
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 14/01/2020 Assinatura do Profissional <i>Michaela Sandim Coelho</i> Data: 14/01/2020 Assinatura e Carimbo do Contratante <i>Wagner Henrique Samorano</i> Diretor			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO			39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante			Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1156.2039.2980.3922

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