

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS

PCH BANDEIRANTE

RELATÓRIO ANUAL 2021

3ª e 4ª Campanhas

Fase de Operação



CHAPADÃO DO SUL - MS

EQUIPE TÉCNICA

DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Rio Água Clara Energia S/A

CNPJ: 14.743.124/0001 - 34

Empreendimento: PCH Bandeirante

Endereço: Rodovia MS 320, s/n – Zona Rural.

Município: Chapadão do Sul / Água Clara – MS

DADOS DA EMPRESA CONSULTORA

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

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

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

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: www.fibracon.com.br

E-mail: fibra@fibracon.com.br

TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Milton Longo (Coordenador)

CRBio: 23.264/01-D

José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador)

CRBio: 18.769/01-D

Fábio Ricardo da Rosa (Zooplâncton e Bentos)

CRBio: 40.701/01-D

Iola Reis Lopes (Fitoplâncton e Perifíton)

CRBio: 064020/01-D

Mariana da Silva Oliveira (Comunidades Aquáticas)

CRBio: 120184/01-D

Daniele Louise Cesquin Campos (Macrófitas)

CRBio: 100.877/01-D

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	6
2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6
3. COMUNIDADES AQUÁTICAS.....	7
Descrição da Área de Amostragem	7
4. FITOPLANCTON	11
Introdução	11
Metodologia	12
Coleta de dados	12
Análise de dados.....	12
Resultados e Discussão.....	13
Registros de riqueza e abundância	13
Legislação e espécies relevantes.....	17
Considerações Finais	17
5. ZOOPLANCTON	18
Introdução	18
Metodologia	19
Coleta de dados	19
Análise de dados.....	19
Resultados e Discussão.....	21
Riqueza de espécies, densidade e diversidade	21
Espécies e grupos bioindicadores	26
Considerações Finais	26
6. PERIFÍTON.....	27
Introdução	27
Metodologia	27

Coleta de dados	27
Análise de dados.....	28
Resultados e Discussão.....	28
Registros de riqueza e abundância	28
Considerações Finais	36
7. BENTOS	37
Introdução	37
Metodologia	38
Coleta de dados	38
Análise de dados.....	38
Resultados e Discussão.....	40
Riqueza de espécies, densidade e diversidade	40
Espécies e grupos bioindicadores.....	45
Considerações Finais	46
8. ICTIOFAUNA.....	47
Introdução	47
Metodologia	47
Coleta de dados	47
Análise de dados.....	48
Resultados e Discussão.....	49
Riqueza de espécies, abundância e diversidade	49
Espécies ameaçadas, migradoras e de interesse à pesca.....	55
Considerações Finais	57
9. MACRÓFITAS	57
Introdução	57
Metodologia	58
Coleta de dados	58

Análise qualitativa	58
Análise quantitativa	59
Resultados e Discussão.....	61
Análise qualitativa	61
Análise quantitativa	68
Considerações Finais	71
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
11. ANEXOS	82
ANEXO I	83

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento descreve as atividades realizadas durante as campanhas de monitoramento das comunidades aquáticas, realizadas em fevereiro e setembro de 2021, incluindo os grupos de zooplankton, fitoplankton, bentos, perifíton, ictiofauna e macrófitas.

2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento está localizado no estado de Mato Grosso do Sul, nas coordenadas 52°51'88,88" O de Longitude e 19°52'92,96" S de Latitude (SIRGAS 2000). Situada entre os municípios de Chapadão do Sul e Água Clara, distante 122 km e 82 km dos marcos centrais dos referidos municípios e 360 km da capital do estado, Campo Grande/MS. O acesso, partindo do município de Paraíso das Águas/MS, pode ser feito pela rodovia MS-316, até a conversão para a rodovia MS-320, sentido distrito de Pouso Alto (Figura 1).

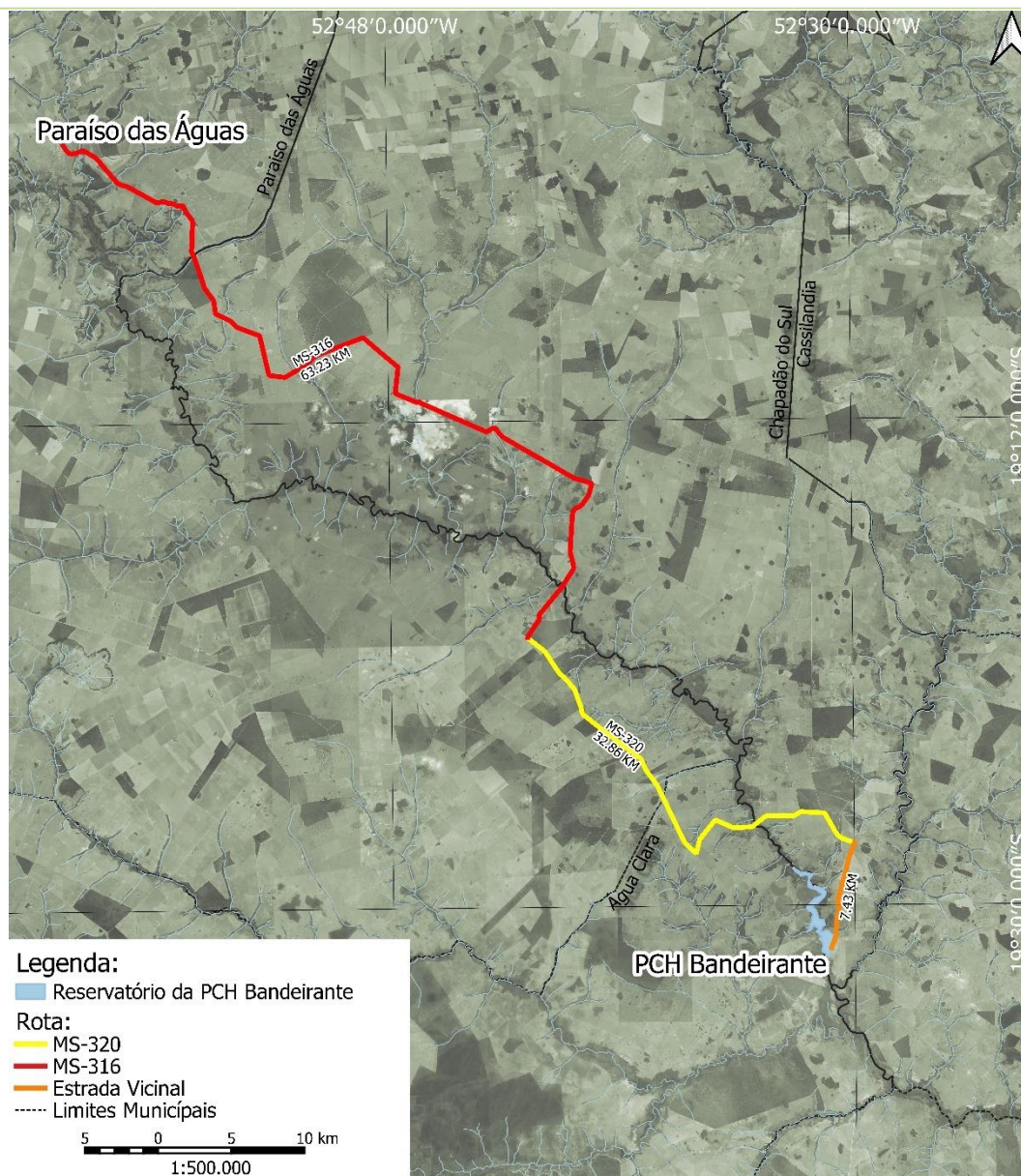


Figura 1. Localização e acesso da PCH Bandeirante, rio Sucuriú, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul.

3. COMUNIDADES AQUÁTICAS

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM

O monitoramento é realizado em três pontos de amostragens, trechos do rio Sucuriú a montante do empreendimento, no seu reservatório e a jusante. Nesses foram realizadas amostragens de plâncton com uso de barco e próximo às margens amostragens de ictiofauna, macroinvertebrados bentônicos e perifíton.

Tabela 1. Coordenadas Geodésicas e Geográficas dos centroides das áreas amostrais de monitoramento de comunidades aquáticas, em projeção SIRGAS 2000 e SIRGAS 2000 UTM 22S. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Local	Coordenadas geodésicas	Coordenadas UTM
Montante	19°28'41"S 52°32'19"O	22K 338525mE 7845557mS
Reservatório	19°31'43"S 52°31'11"O	22K 340546mE 7839974mS
Jusante	19°32'50"S 52°30'59"O	22K 340914mE 7837920mS

Montante: O trecho selecionado representa o rio Sucuriú no curto trecho remanescente entre a PCH Porto das Pedras e o início do reservatório da PCH Bandeirante (Figura 1). A vegetação em ambas as margens está relativamente bem preservada.



Figura 1. Local amostragem de comunidades aquáticas e ictiofauna a montante, no Rio Sucuriú. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

Reservatório: O trecho utilizado está localizado no trecho final, profundo, do reservatório da PCH Bandeirante onde as coletas de plâncton foram realizadas com uso de barco na linha central do reservatório (Figura 2), enquanto que as amostragens de ictiofauna, macroinvertebrados bentônicos e perifíton foram realizadas próximo às margens (Figura 3).



Figura 2. Utilização de barco, balde e rede para coleta de zooplâncton no reservatório no monitoramento de comunidades aquáticas. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.



Figura 3. Utilização de rede de arrasto para captura de peixes de pequeno porte na área do reservatório na campanha de monitoramento de comunidades aquáticas. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

Jusante: O trecho utilizado está localizado logo a jusante do barramento da PCH Bandeirante, próximo às réguas de medição do nível do rio Sucuriú (Figura 4). O rio apresenta correnteza moderada, é relativamente profundo, mas sem barrancos muito inclinados nesse trecho, com vegetação ripária em grande parte alterada.



Figura 4. Trecho a jusante do empreendimento, na campanha de monitoramento de comunidades aquáticas e ictiofauna. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

4. FITOPLANCTON

INTRODUÇÃO

Em ambientes aquáticos naturais, o fitoplâncton é parte de um conjunto de organismos responsáveis pela produtividade primária, iniciando a cadeia alimentar pela realização da fotossíntese. Esta comunidade tem o mesmo papel dos produtores primários, as plantas, nos ambientes terrestres. Por serem organismos fotossintetizantes, os elementos ambientais que favoreçam ou limitam esse processo afetam diretamente o fitoplâncton, como concentração de gases, luminosidade solar e temperatura, dentre outros. E como qualquer organismo vivo, o fitoplâncton realiza processos metabólicos para crescimento das células, sendo afetados também por elementos ambientais destes processos, como disponibilidade de nutrientes essenciais na formação celular.

A análise da estrutura da comunidade fitoplanctônica, como composição e proporção da densidade entre as espécies, permite avaliar as alterações que ocorrem no ambiente em que ela está inserida, uma vez que responde diretamente a estas alterações em prazos muito curtos, de horas a dias. Interferências antrópicas que causem modificações na qualidade da água também podem ser detectadas através da avaliação da estrutura da comunidade fitoplanctônica. O aumento na concentração de formas de nitrogênio no ambiente aquático, por exemplo, está diretamente associado a agricultura, às mudanças no uso da terra e ao lançamento de efluentes (PATTINSON *et al.*, 1998) e este é um importante elemento que permite o crescimento fitoplanctônico.

O enriquecimento de corpos aquáticos com nutrientes essenciais para fotossíntese e metabolismo disponibiliza os elementos necessários para a aceleração do crescimento destes produtores primários. Os efeitos deletérios da eutrofização não são causados diretamente pelas substâncias químicas por si, mas pela resposta dos organismos aquáticos (particularmente algas) a esses químicos. (KELLY, 2002). Mesmo tendo importante papel no fornecimento de biomassa para a cadeia alimentar, o seu excesso torna-se prejudicial ao ambiente, levando aos problemas relacionados à eutrofização. A alta densidade de algumas espécies pode tornar a água imprópria para diferentes usos ou dificultar seu tratamento prévio. Cianobactérias é um grupo de espécies com outro destaque por sua potencialidade tóxica e letal a animais e ao homem, mas muitos outros prejuízos causados por outras classes fitoplanctônicas são relatados na literatura.

Devido a esta capacidade preditiva do ambiente, o fitoplâncton é usado como bioindicador ambiental de alterações antrópicas e utilizado como parâmetro de avaliação da qualidade da água em monitoramentos. O conhecimento prévio da estrutura da comunidade de um ambiente ainda não modificado serve como referência para detecção de alterações após a modificação feita pelo homem, como na ocasião

METODOLOGIA

Coleta de dados

A densidade fitoplanctônica (análise quantitativa) foi estimada em microscópio invertido, após prévia sedimentação em câmaras de Utermöhl. A contagem foi feita em 100 a 300 campos (dependendo da densidade da amostra) aleatórios da câmara e a densidade foi calculada segundo APHA (1995). Para as identificações foram utilizadas literaturas especializadas, tais como: Tell & Conforti (1986), Bicudo & Menezes (2006), Bourrelly (1981, 1985, 1988), Komárek & Fott (1983), Gonzalez (1995), Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), John *et al.*, (2003), Sant'anna *et al.* (2006), Castro & Bicudo (2007) além de artigos de caráter taxonômico.

Análise de dados

Os índices de Shannon e o de equidade foram calculados com uso do software *Biodiversity Pro* com logaritmo natural. A análise de similaridade de *Bray-Curtis* foi utilizada com dados de abundância e presença de espécies também no software *Biodiversity Pro*.

O volume celular de cianobactérias (biovolume) foi calculado através da comparação da forma celular das espécies fitoplanctônicas com figuras geométricas, de acordo com os trabalhos de SUN & LIU (2003) e OLENINA *et al.* (2006). Para estimativa de biomassa específica, o biovolume dos indivíduos foi multiplicado pela densidade pelas espécies desta classe.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registros de riqueza e abundância

Em duas campanhas de monitoramento realizadas no ano de 2021 foram levantados um total de 42 táxons fitoplanctônicos divididos em 10 classes. A primeira campanha do ano ocorreu em fevereiro, período chuvoso e registrou 22 táxons. A segunda campanha, em setembro, período seco, a riqueza total foi de 30 táxons.

Comparando o atual ano de monitoramento com o ano anterior (em 2020 quando foram registrados o total de 14 táxons) (SAMORANO,2020), foram acrescentadas a lista de táxons regionais as classes Chlamydomonadales, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae e Trebouxiophyceae, até então não registradas. As classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanobacteria, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae ocorreram em ambos os anos. A Tabela 2 traz a lista dos táxons por ponto, desta campanha de monitoramento.

Tabela 2. Abundância (ind/ml) dos táxons nos pontos nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. NI = não identificado.

	Montante		Reservatório		Jusante	
	fev.21	set.21	fev.21	set.21	fev.21	set.21
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Achnanthes minutissimum</i>		7				
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i>					2	
<i>Discostella stelligera</i>					2	
<i>Encyonema</i> sp.		2				
<i>Eunotia bilunaris</i>		10			1	
<i>Eunotia flexuosa</i>		2			1	
<i>Eunotia</i> sp.			5			
<i>Gomphonema affine</i>		1				
<i>Navicula</i> sp.					2	
<i>Nitzschia acicularioides</i>				2		5
<i>Nitzschia palea</i>	2	2	2	5		
<i>Stenopterobia</i> sp.		5		1		
<i>Ulnaria ulna</i>		12				
CHLAMYDOPHYCEAE						
<i>Chlamydomonas</i> sp.			2	10		2
<i>Spermatozopsis exsultans</i>	10		10		5	
CHLOROPHYCEAE						

	Montante		Reservatório		Jusante	
	fev.21	set.21	fev.21	set.21	fev.21	set.21
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>			2			
<i>Closteriopsis scolia</i>					2	
<i>Monoraphidium contortum</i>	2		5		10	
<i>Monoraphidium griffithii</i>	12	25	7	130	7	110
<i>Scenedesmus obtusus</i>				1		
<i>Tetraedron minimum</i>						2
CHRYSTOPHYCEAE						
<i>Mallomonas</i> sp.		5		2		2
CRYPTOPHYCEAE						
<i>Chroomonas acuta</i>		5	39		7	10
<i>Cryptomonas curvata</i>					2	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	15	5	2	42		22
CYANOBACTERIA						
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>				2		
<i>Merismopedia tenuissima</i>	2		2			
<i>Oscillatoria</i> sp.						1
<i>Phormidium</i> sp.	2		2			
<i>Pseudanabaena limnetica</i>			2		2	2
DINOPHYCEAE						
<i>Peridinium</i> sp.			15	5		4
EUGLENOPHYCEAE						
<i>Euglena</i> sp.				2		2
<i>Strombomonas ensifera</i> var. <i>ensifera</i>					2	
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>					2	
TREBOUXIOPHYCEAE						
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			1			
<i>Golenkinia radiata</i>			2			2
ZYGNEMATOPHYCEAE						
<i>Cosmarium punctulatum</i>		1				
<i>Cosmarium regnesi</i>				17		
<i>Gonatozygon aculeatum</i>		1				
<i>Mongeotia</i> sp.		2		1		
<i>Spondylosium tetragonum</i>		2				
<i>Staurostrum boergesenii</i>		2				

Nos pontos de amostragem a riqueza teve variação de 7 a 15 táxons/amostra no período seco e de 12 a 17 táxons/amostra no período chuvoso (Tabela 3). A composição em todos os pontos foi diferente entre as campanhas. No trecho lótico a montante do reservatório apresentou a maior modificação, já que as classes Chlorophyceae, Chlamydomonadophyceae e Cyanobacteria reduziram a representatividade na campanha de setembro, enquanto Bacillariophyceae e Zygnematonophyceae aumentaram (Gráfico 1).

No reservatório, as classes Chrysophyceae, Euglenophyceae e Zygnematonophyceae passaram a ocorrer na segunda campanha, com redução no número de espécies de Trebouxiophyceae e Cyanobacteria. No trecho lótico a jusante do barramento a diversidade de classes registradas foi maior na segunda campanha, com registro de Chrysophyceae, Dinophyceae e Trebouxiophyceae e redução da participação de Bacillariophyceae na comunidade (Gráfico 1).

Acompanhando a baixa riqueza nos pontos, o índice de diversidade também foi baixo, com variação entre 1,26 e 2,38 bits/ind (Tabela 3).

A abundância de organismos foi baixa em todos os três pontos monitorados, mesmo com a elevação dos valores totais na campanha do período seco. Em fevereiro a densidade de organismos variou entre 45 e 98 ind/ml e em setembro, entre 89 e 220 ind/ml (Tabela 3). Os maiores aumentos de densidade ocorreram no reservatório e a sua jusante, porém, ainda assim, mantém-se a indicação de oligotrofia. A estrutura da comunidade modificou-se entre as estações do ano, principalmente no reservatório onde a alta abundância relativa de Cryptophyceae, por *Chroomonas acuta* (Tabela 4, Gráfico 2), foi substituída pela dominância de Chlorophyceae, destaque para *Monoraphidium griffithii*. Já à jusante, a predominância de Chlorophyceae se amplificou para dominância da mesma espécie do reservatório.

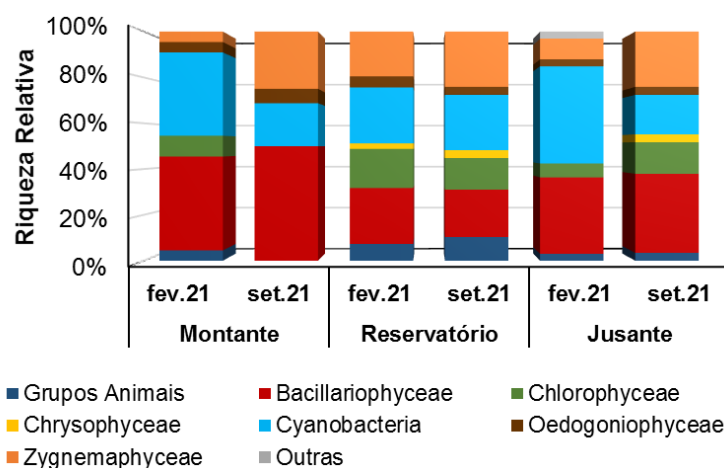
Devido ao evento de dominância monoespecífica que ocorreu no reservatório e a sua jusante, o índice de equidade da comunidade reduziu na segunda campanha do ano e somente o trecho a montante do sistema manteve esse índice estável. A variação de equidade ficou entre 0,51 e 0,84 (Tabela 3).

Tabela 3. Atributos encontrados para a comunidade fitoplanctônicas nos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

	Montante		Reservatório		Jusante	
	fev.21	set.21	fev.21	set.21	fev.21	set.21
Abundância (ind/ml)	45	89	98	220	47	164
Riqueza (n° táxons)	7	17	15	13	14	12
Shannon (bits/ind)	1,61	2,38	2,06	1,38	2,37	1,26
Equidade (J')	0,83	0,84	0,76	0,54	0,90	0,51
Biovolume (mm ³ /L)	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02

Tabela 4. Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

	Montante		Reservatório		Jusante	
	fev.21	set.21	fev.21	set.21	fev.21	set.21
<i>Eunotia bilunaris</i>		A				
<i>Ulnaria ulna</i>		A				
<i>Spermatozopsis exsultans</i>	A		A		A	
<i>Monoraphidium contortum</i>					A	
<i>Monoraphidium griffithii</i>	A	A		D	A	D
<i>Chroomonas acuta</i>			A		A	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	A			A		A
<i>Peridinium</i> sp.			A			

**Gráfico 1.** Riqueza relativa das classes fitoplanctônicas nos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

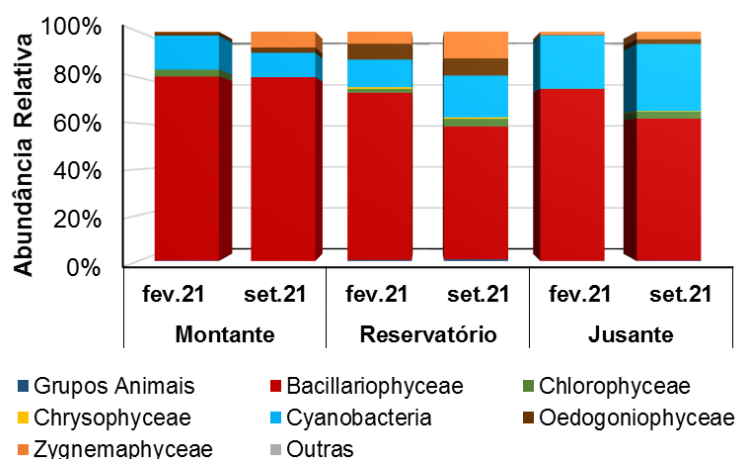


Gráfico 2. Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Legislação e espécies relevantes

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

Os limites para a concentração do biovolume de cianobactérias da Resolução CONAMA nº 357/2005 e Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 não foram alcançados em nenhum dos trechos amostrados, tendo sido encontrados valores entre 0,0002 e 0,02 mm³/l, permitindo o enquadramento na classe I, seguindo a primeira legislação.

Fizeram-se presentes gêneros de cianobactérias com potencial de formar florações e de produzirem cianotoxinas em caso de alteração do estado trófico dos corpos de água, tais quais *Aphanocapsa*, *Oscillatoria*, *Phormidium* e *Pseudanabaena* (CHORUS & BARTRAM, 1999; FUNASA, 2003; SCHULZE *et al*, 2003; CYBIS *et al*. 2006; PROSAB, 2006; SANT'ANNA *et al.*, 2006; CETESB, 2013). Contudo todas as espécies de cianobactéria encontradas apresentaram baixos valores de densidade absoluta, não sendo considerado impacto ou alteração ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os valores dos atributos encontrados para a comunidade fitoplanctônica no reservatório da PCH Bandeirante indicam condições oligotróficas da água. A comunidade encontra-se estruturada e equilibrada até o presente momento.

5. ZOOPLANCTON

INTRODUÇÃO

Zooplâncton é o conjunto de animais de porte microscópico que vivem à deriva na coluna de água. Em ambientes dulcícolas incluem desde protozoários unicelulares, pequenos rotíferos multicelulares, até microcrustáceos e pequenas larvas de insetos. Dentre os protozoários mais comuns em água doce destacam-se as tecamebas, organismos unicelulares recobertos por uma carapaça, com registros de pelo menos 138 táxons em MS (ROSA *et al.* 2017). Rotíferos são um filo de pequenos animais com cílios móveis utilizados para natação e para conduzir alimento à boca, com pelo menos 364 espécies em MS (ROCHE & SILVA, 2017). Há três grupos de microcrustáceos dulcícolas zooplantônicos: Conchostraca (uma espécie em MS), Copepoda e Cladocera. Copépodos têm corpo segmentado, pernas, antenas e outros apêndices semelhantes a camarões, mas com tamanho milimétrico e pelo menos 50 espécies de copépodos em MS (ROSA & SILVA, 2017). Os cladóceros geralmente são menores que os copépodos, recobertos por uma carapaça flexível e usam as pernas para circular água e filtrar partículas de alimento. Há pelo menos 114 espécies de cladóceros no Brasil (ZANATA *et al.*, 2017).

Organismos zooplantônicos dulcícolas podem ser bioindicadores das condições de ambientes aquáticos (FERDOUS & MUKTADIR, 2009; SILVA, 2011), pois respondem rapidamente a mudanças ambientais, já que têm ciclos de vida curtos e dependem do fitoplâncton, detritos e outros recursos. O zooplâncton é reconhecido como indicador da qualidade da água em reservatórios (CETESB, 2006).

Os objetivos desta etapa do monitoramento do zooplâncton são:

- Fazer o levantamento das espécies presentes no período das campanhas;
- Calcular os principais atributos das comunidades aquáticas dos pontos monitorados, tais quais abundância total e relativa, riqueza total e relativa, índice de diversidade de Shannon e equidade;
- Comparar os parâmetros registrados na campanha às campanhas anteriores;
- Apresentar espécies ou grupos bioindicadores e discutir os fatores ambientais relacionados.

METODOLOGIA

Coleta de dados

Para amostragem da biocenose zooplancônica são obtidas amostras sub-superficiais, em cada ponto de monitoramento, a cada campanha, com filtragem de 200 litros de água em rede de plâncton com 68 µm de abertura da malha. O concentrado pela rede é misturado, na proporção de 1:1 com solução de formaldeído 8%, resultando em concentração final de 4%, para preservação e conservação do material biológico.

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

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

Análise de dados

A densidade dos organismos zooplancônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m³, segundo a fórmula:

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

Onde:

- "n" é o número indivíduos da espécie contados nas análises quantitativas;
- "V_{frasco}" é o volume da amostra preservada em formaldeído 4 %;
- "V_{filtrado}" é o volume de água filtrado em rede de 68 µm a campo (360 l);
- "V_{analisado}" é o volume de sub-amostras qualitativas analisado sob microscópio (1ml por câmara de Sedgewick-Rafter).

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

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

$$H' = - (\sum p_i \cdot \ln p_i)$$

Onde:

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

A equidade de Pielou para a amostra será calculada pela fórmula (MAGURRAN, 1988):

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

Onde:

- H' é o índice de Shannon;
- $\ln S$, ou logaritmo natural/neperiano do número de espécies registradas nas análises quantitativas.

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

$$ICZ_{parcial} = N_{Cal} / N_{Cyc}$$

Onde:

- $ICZ_{parcial}$ é o índice parcial da comunidade zooplanctônica;
- N_{Cal} é o número de registros de microcrustáceos Calanoida;
- N_{Cyc} é o número de registros de microcrustáceos Cyclopoida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Nas amostras da campanha de fevereiro de 2021 registramos 23 formas, sendo 21 de organismos planctônicos e dois táxons bentônicos, acidentais nas amostras de plâncton, com densidade conjunta de 72.083 indivíduos por metro cúbico de água. (Tabela 5). Na campanha realizada em setembro de 2021 registramos 17 táxons, sendo 16 de organismos planctônicos e densidade média de 20.698 indivíduos/m³ (Tabela 5).

Comparativamente, em períodos hidrologicamente correspondentes do ano anterior, SAMORANO (2020) registrou nove táxons zooplânctônicos com densidade média de 179 indivíduos/m³ na campanha de fevereiro de 2020 e 13 táxons zooplânctônicos com densidade média de 173 indivíduos/m³ na campanha de agosto de 2020.

Isso indica um significativo aumento de representatividade do zooplâncton nas campanhas recentes, que repercutiu em ambos os parâmetros riqueza taxonômica e densidade zooplânctônica, mas acompanhado de manutenção dos valores de diversidade de Sahnnon e de diversidade Pielou nos mesmos patamares das campanhas de 2020.

Tanto nestas campanhas de 2021 (Tabela 5), como nas campanhas de 2020 (SAMORANO, 2020) foram registrados todos os grupos esperados na composição do zooplâncton dulcícola, incluindo boa representatividade de Rotifera, protozoários e microcrustáceos Copepoda e Cladocera. Microcrustáceos Copepoda (Figura 5) representaram o grupo mais abundante no conjunto das campanhas recentes, com 49,5% da abundância, sendo 40% do grupo Calanoida e 9,5% do grupo Cyclopoida. Formas de Rotifera (Figura 6) representaram 23% da abundância relativa, microcrustáceos Cladocera (Figura 7) somaram 15,3% dos registros quantitativos e Protozoários somam 11,1% da abundância.

A boa distribuição da abundância relativa individualmente entre os táxons (Tabela 5), a qual que representa equidade, cujo índice de Pielou chegou a 0,92 (numa escala de zero a um) na campanha mais recente (Gráfico 3), além de manter-se acima de 0,8 ao longo das campanhas de 2020 e 2021. O índice de diversidade de Shannon, influenciado concomitantemente pela alta equidade e pela boa riqueza taxonômica, oscilou próximo ou superior ao valor 2,0 (Gráfico 3), atingindo o valor 2,42 na campanha de fevereiro de 2021.

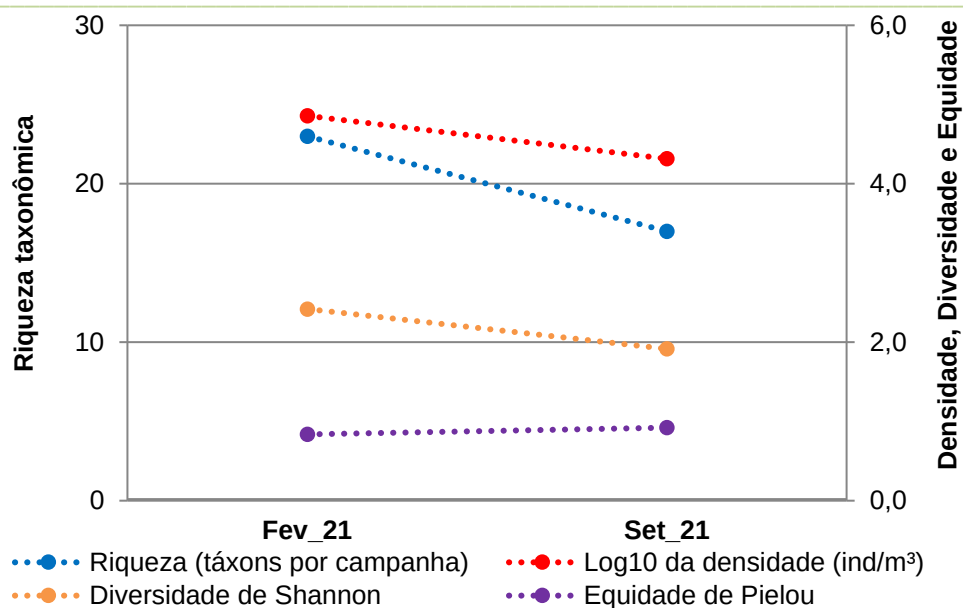


Gráfico 3. Parâmetros da comunidade zooplancônica nas campanhas recentes de monitoramento, incluindo riqueza taxonômica, densidade média, equidade e diversidade. Dados de densidade foram apresentados em escala logarítmica para facilitar projeção gráfica. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. 2021.



Figura 5. Forma imatura (copepodito) de microcrustáceo Copépoda do grupo Calanoidae registrada na área reservatório. Fotografia em microscópio com ampliação de 40 vezes. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.



Figura 6. Exemplar de *Lecane leontina* (Rotífera) registrado em fevereiro de 2021 a montante da PCH Bandeirante. Fotografia em microscópio com ampliação de 200 vezes.



Figura 7. Exemplar de *Alonella dadayi* (microcrustáceo Cladocera) registrado na área reservatório. Fotografia em microscópio com ampliação de 100 vezes. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021

Tabela 5. Táxons registrados e suas densidades (organismos por metro cúbico) em cada ponto de amostragens, além de densidade média e abundância relativa nas campanhas de fevereiro de 2021 e de setembro 2021 de monitoramento do zooplâncton. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Táxons	Fevereiro de 2021					Setembro de 2021				
	P01 (montante)	P02 (Reservatório)	P03 (Jusante)	Médias	Abundância relativa (%)	P01 (montante)	P02 (Reservatório)	P03 (Jusante)	Médias	Abundância relativa (%)
ROTIFERA										
Brachionidae										
<i>Keratella cochlearis</i>							X		X	
<i>Plationus patulus</i>		X		X						
<i>Platylabus quadricornis</i>			X	X						
<i>Trichotria</i> sp.						X			X	
Euchlanidae										
<i>Euchlanis dilatata</i>		7667		2556	3,5	X	4333		1444	7,0
Lecanidae										
<i>Lecane bulla</i>		3833		1278	1,8					
<i>Lecane closterocerca</i>		7667		2556	3,5	3800			1267	6,1
<i>Lecane leontina</i>	3250	3833		2361	3,3					
<i>Lecane quadridentata</i>		X		X						
<i>Lecane stichaea</i>	3250			1083	1,5					
Trichotriidae										
<i>Macrochaetus collinsi</i>	3250	3833		2361	3,3					
Trochosphaeridae										
<i>Filinia novaezealandiae</i>	X		3667	1222	1,7					
Synchaetidae										
<i>Polyarthra vulgaris</i>		7667	3667	3778	5,2		4333		1444	7,0
COPEPODA										
Cyclopoida										
Copepodito Cyclopoida		11500	7333	6278	8,7	X	X		X	
Nauplio Cyclopoida		3833	3667	2500	3,5					
Calanoida										
Copepodito Calanoida	6500	15333		7278	10,1	3800	8667	X	4156	20,1

Nauplio Calanoida	3250	46000	11000	20083	27,9	3800	13000	X	5600	27,1
CLADOCERA										
Aloninae										
<i>Alona</i> sp.		3833		1278	1,8		X	X	X	
Bosminidae										
<i>Bosminopsis deitersi</i>	3250	3833	22000	9694	13,4	X		9550	3183	15,4
Chydoridae										
<i>Alonella dadayi</i>							X		X	
Daphniidae										
<i>Daphnia gessneri</i>								X	X	
Sididae										
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>			X	X						
PROTOZOÁRIO										
Arcellidae										
<i>Arcella arenaria</i>		X		X			X		X	
Centropxyidae					0,0					
<i>Centropyxis spinosa</i>	9750	3833		4528	6,3	X		3183	1061	5,1
Diffugiidae										
<i>Diffugia</i> sp.						X			X	
Lesquereusiidae										
<i>Lesquereusia spirallis</i>	6500		X	2167	3,0	7600		X	2533	12,2
OUTROS GRUPOS										
Chironomideo (larva)	X			X				X	X	
Nematoda	3250			1083	1,5					
Densidade total	42250	122667	51333	72083	100	19000	30333	12733	20689	100
Riqueza taxonômica	11	16	9	23		10	9	8	17	
Diversidade de Shannon				2,42					1,92	
Equidade de Pielou				0,84					0,92	

Espécies e grupos bioindicadores

Poucas espécies do zooplâncton de água doce são reconhecidas, individualmente, como bioindicadores. Alternativamente, as proporções entre os grupos componentes podem ser utilizadas para compor o índice da comunidade zooplanctônica (CETESB, 2006), especialmente em reservatórios.

Nas últimas campanhas foram registrados todos os principais grupos de organismos esperados, além de baixa representatividade geral do zooplâncton, ambos indicadores preliminares de estabilidade ambiental.

Contudo, apesar de favorável, a baixa representatividade geral do zooplâncton impossibilita o cálculo ponto a ponto impossibilita o cálculo da proporção entre a abundância de Calanoida/Cyclopoida, principal componente do índice da comunidade zooplanctônica (CETESB, 2006), pelo menos no que se refere a cada ponto individualmente. No conjunto das amostras dos diferentes pontos, a proporção Calanoida/Cyclopoida foi de 3,1 (próximo ao ideal entre 1 e 2) na campanha de fevereiro de 2021 e não foi calculável na campanha mais recente.

Essas observações indicam boa qualidade da água, com ambientes oligotróficos em relação à disponibilidade de nutrientes e produtividade, porém, para maior capacidade de inferência, é necessário cruzar estas observações com outros indicadores, preferencialmente clorofila-a (parâmetro de análises físico-químicas de qualidade da água), produtividade do fitoplâncton e bioindicação e qualidade ambiental por zoobentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O registro de todos os principais grupos de organismos esperados, elevada equidade e valores intermediários de densidade, riqueza de espécies e diversidade de Shannon são bons indicadores iniciais sobre a qualidade e estabilidade ambiental para o zooplâncton nas campanhas recentes.

Os dados destas campanhas realizadas em 2021 representam retratos da biocenose zooplanctônica no período das amostragens, que poderão futuramente ser comparados tanto ao histórico disponível sobre a fase de instalação do empreendimento, como às observações das próximas campanhas.

Por hora, o observado indica ambientes oligotróficos, com boa qualidade da água.

6. PERIFÍTON

INTRODUÇÃO

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

A comunidade perifítica possui extrema importância nos ambientes aquáticos porque seus componentes são a base da cadeia alimentar (CAMPEAU *et al.*, 1994), atuam como redutores e transformadores de nutrientes (WETZEL, 1996), além de promoverem habitat para uma diversidade de organismos (DUDLEY *et al.*, 1986). Ainda, além da alta diversidade, os organismos perifíticos possuem tempo de geração curto e ciclo de vida relativamente simples, o que permite usá-los com bastante eficácia em estudos de conservação, avaliação de impactos ambientais e em propostas de recuperação e manejo de ambientes (VERCELINO & BICUDO, 2006).

METODOLOGIA

Coleta de dados

Foram buscadas plantas aquáticas que estivessem totalmente submersas nos ambientes amostrados e destas foram retirados fragmentos, como folhas ou talos. Em casos em que não havia substrato vegetal, foram utilizadas pedras. O material coletado foi preservado em volume conhecido de solução Transeau diluído com água na proporção de 1:1. Os talos ou folhas foram raspados e depois foram medidos com paquímetro de precisão de 0,05mm e/ou papel milimetrado para conhecimento da superfície raspada. As pedras foram medidas em três dimensões com paquímetro de precisão de 0,5mm e a área superficial calculada comparando-se com a forma geométrica tridimensional mais próxima.

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

fator para conversão de unidades e os resultados de abundância foram expressos em ind/cm².

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

Análise de dados

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registros de riqueza e abundância

A riqueza total da comunidade perifítica reduziu entre as campanhas de fevereiro e setembro de 2021, tendo sido levantados 57 táxons na primeira e 40 táxons na segunda (Tabela 5). A comunidade pode ser considerada rica em ambas as ocasiões e foi principalmente composta pelas classes Bacillariophyceae, Cyanobacteria, Zygnemaphyceae e Cholorophyceae. Mas estiveram presentes ainda as classes Chrysophyceae, Oedogoniophyceae, Xanthophyceae e os grupos animais Protozoa, Nematoda e Tecameba, além de muitos ovos de metazoários, reforçando o papel do perifíton como sítio reprodutivo.

Comparando-se os dados do ano de 2021 com os de 2020 (Samorano, 2020), quando foram levantadas as classes Cyanobacteria (Cyanophyceae), Chlorophyceae, Euglenophyceae e Bacillariophyceae, o ano de 2021 acresceu quatro classes ainda não listadas para o trecho do rio Sucuriu, Zygnematophyceae, Chrysophyceae, Oedogoniophyceae e Xantophyceae. Em 2020, a riqueza nos pontos teve variação entre 6 e 9 táxons/amostra com o total de táxons em fevereiro igual a 10 táxons e em agosto igual a 8 táxons. Em 2021, esse atributo variou entre 16 e 41 táxons/amostra nos pontos de amostragem (Tabela 6).

A riqueza foi menor no período seco em todos os ambientes, e o trecho a montante do reservatório teve os menores valores deste atributo (Tabela 6). Aqui, a classe Bacillariophyceae predominou em ambas as estações. Enquanto Cyanobacteria, Chlorophyceae e Grupos Animais reduziram a representatividade, Zygnemaphyceae aumentou (Gráfico 4). Configuração semelhante foi encontrada no trecho lótico a jusante do barramento, exceto para Chlorophyceae. O reservatório foi o ambiente com menor alteração da composição entre as estações, porém, foi o local onde a riqueza teve maior queda na segunda campanha.

A diversidade de Shannon teve variação entre 1,35 e 2,23 bits/ind (Tabela 6), valores que podem ser considerados baixos para a comunidade perifítica. Apesar da redução da riqueza entre as campanhas, esse índice aumentou para os dois trechos lóticos, montante e jusante, o que está relacionado à equidade, a ser discutida posteriormente

Considerando-se a abundância de organismos, esta aumentou somente no ambiente de montante e reduziu nos demais, sendo que à jusante a queda foi expressiva, em duas ordens de grandeza (Tabela 6). No ano de 2020, a abundância total registrada (expressa em ind/ml) variou entre 36 e 68 ind/ml. Já em 2021, a oscilação alcançou extremos de 4.192 a 106.239 ind/cm² (Tabela 6). A classe Bacillariophyceae foi dominante em todo o trecho monitorado do rio Sucuriu e somente a intensidade dessa dominância diferenciou os pontos (Tabela 6). No trecho a montante, a densidade de Bacillariophyceae correspondeu a 80% do total, tanto em fevereiro quanto em setembro, destaque para os gêneros *Eunotia* spp., considerado dominante, *Achnantheidium* sp. e *Nitzschia* spp, considerados abundantes (Tabela 7).

Tabela 5. Abundância absoluta (ind/cm²) e relativa (Pi) dos táxons perifíticos nos pontos de monitoramento, nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. NI = não identificado.

	Montante				Reservatório				Jusante			
	fev.21		set.21		fev.21		set.21		fev.21		set.21	
	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi
GRUPOS ANIMAIS												
Protozoa NI	38	0,002			146	0,003	107	0,003	127	0,001		
Nematoda NI					73	0,002	53	0,002				
Tecameba NI					37	0,001						
Ovo Metazoários							107	0,003			11	0,003
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Achnantheidium</i> sp.	1.377	0,083	15.749	0,400	5.117	0,106	160	0,005	3.187	0,030	462	0,110
<i>Encyonema</i> spp.	38	0,002	1.272	0,032	3.253	0,067			382	0,004	54	0,013
<i>Epithemia</i> sp.									64	0,001		
<i>Eunotia</i> spp.	10.496	0,635	3.937	0,100	2.522	0,052	641	0,018	72.589	0,683	1.354	0,323
<i>Fragilaria</i> sp.	57	0,003			658	0,014			382	0,004		
<i>Gomphonema</i> spp.	1.147	0,069	2.241	0,057	2.230	0,046	2.619	0,075	382	0,004	161	0,038
<i>Navicula</i> spp.	38	0,002	969	0,025	585	0,012	3.314	0,095	319	0,003	236	0,056
<i>Nitzschia</i> spp.	57	0,003	6.724	0,171	20.542	0,425	13.418	0,384	1.976	0,019	269	0,064
<i>Pinnularia</i> sp.	19	0,001							64	0,001	21	0,005
<i>Placoneis</i> sp.	19	0,001							127	0,001		
<i>Sellaphora</i> sp.			303	0,008	37	0,001					11	0,003
<i>Surirella</i> sp.					37	0,001			64	0,001	11	0,003
<i>Ulnaria</i> sp.			363	0,009	219	0,005	53				11	0,003

	Montante				Reservatório				Jusante			
	fev.21		set.21		fev.21		set.21		fev.21		set.21	
	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi
CHLOROPHYCEAE												
<i>Characiellopsis</i> sp.					110	0,002						
<i>Characium</i> spp.							160	0,005				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	38	0,002							64	0,001		
<i>Chlorella</i> sp.							214	0,006				
<i>Closteriopsis</i> sp.					402	0,008						
<i>Coleochaete</i> sp.					37	0,001						
<i>Desmodesmus</i> spp.					146	0,003	428	0,012			21	0,005
<i>Gloeocystis</i> sp.											64	0,015
<i>Messastrum</i> sp.					73	0,002						
<i>Pediastrum</i> sp.					37	0,001						
<i>Scenedesmus</i> spp.							374	0,011			11	0,003
<i>Selenastrum</i> sp.					37	0,001						
<i>Stigeoclonium</i> sp.	459	0,028							127	0,001	32	0,008
CHRYSTOPHYCEAE												
<i>Chromulina</i> sp. cf.							214	0,006			11	0,003
<i>Salpingoeca</i> sp.					366	0,008						
CYANOBACTERIA												
<i>Anabaena</i> spp.					37	0,001			191	0,002	21	0,005
<i>Aphanocapsa</i> sp.	134	0,008			146	0,003	107	0,003	701	0,007		

	Montante				Reservatório				Jusante			
	fev.21		set.21		fev.21		set.21		fev.21		set.21	
	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi
<i>Aphanothece</i> sp.									127	0,001		
<i>Chroococcus</i> sp.	76	0,005			37	0,001	107	0,003	701	0,007		
<i>Coelomoron</i> sp.					110	0,002						
<i>Cyanocistys</i> sp.	19	0,001										
<i>Cyanothece</i> sp.					73	0,002						
<i>Eucapsis</i> sp.					37	0,001	428	0,012	828	0,008	21	0,005
<i>Geitleribactron</i> sp.	287	0,017							9.368	0,088		
<i>Gloeocapsa</i> sp.									64	0,001		
<i>Heteroleibleinia</i> sp.									319	0,003		
<i>Konvophoron</i> sp.									64	0,001		
<i>Limnoccocus</i> sp.					37	0,001						
<i>Leptolyngbya</i> spp.	1.185	0,072	3.695	0,094	4.386	0,091	4.704	0,135	8.731	0,082	1.064	0,254
<i>Microchaete</i> sp.	210	0,013							2.358	0,022		
<i>Phormidium</i> sp.	96	0,006	182	0,005					191	0,002		
<i>Planktolyngbya</i> sp.					73	0,002						
<i>Pleurocapsa</i> sp.							107	0,003	127	0,001	11	0,003
<i>Pseudanabaena</i> spp.	440	0,027	303	0,008	877	0,018	695	0,020	828	0,008	107	0,026
<i>Raphidiopsis</i> sp.							214	0,006				
OEDOGONIOPHYCEAE												
<i>Bulbochaete</i> spp.	249	0,015			2.412	0,050						

	Montante				Reservatório				Jusante			
	fev.21		set.21		fev.21		set.21		fev.21		set.21	
	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi	ind/cm ²	Pi
<i>Oedogonium</i> spp.			909	0,023	914	0,019	2.619	0,075	255	0,002	86	0,021
ZYGNEMAPHYCEAE												
<i>Actinotaenium</i> spp.			303	0,008			267	0,008			11	0,003
<i>Closterium</i> spp.					146	0,003	160	0,005			21	0,005
<i>Cosmarium</i> spp.	38	0,002			1.718	0,036	1.497	0,043	1.338	0,013	54	0,013
<i>Desmidium</i> sp.									64	0,001		
<i>Euastrum</i> sp.					73	0,002	107	0,003			11	0,003
<i>Mesotaenium</i> sp.			121	0,003								
<i>Mougeotia</i> sp.			2.181	0,055			1.604	0,046			21	0,005
<i>Netrium</i> sp.					37	0,001					11	0,003
<i>Pleurotaenium</i> spp.					37	0,001						
<i>Spirogyra</i> spp.					73	0,002						
<i>Staurastrum</i> spp.			121	0,003	256	0,005	321	0,009	64	0,001		
<i>Staurodesmus</i> spp.							107	0,003				
<i>Xanthidium</i> spp.					219	0,005					11	0,003
XANTHOPHYCEAE												
<i>Characiopsis</i> sp.									64	0,001		

No reservatório, classes como Cyanobacteria, Zygnematomyxaceae e Oedogoniophyceae tiveram maior representatividade apesar da dominância de Bacillariophyceae (Gráfico 5). Foram co-abundantes vários gêneros dessa classe, com alta abundância relativa de *Nitzschia* spp.; porém também se destacaram também *Leptolyngbya* sp., *Bulbochaete* spp., *Oedogoniophyceae* spp., *Mougeotia* spp. e *Cosmarium* spp. (Tabela 7) A jusante do barramento ocorreu dominância de *Eunotia* spp. Em fevereiro, sendo depois substituída por vários gêneros de Bacillariophyceae co-abundantes em setembro. Cyanobacteria foi a segunda classe mais abundante, com alta abundância relativa de *Geitleribactron* sp. e *Leptolyngbya* sp. em fevereiro e do segundo gênero sozinho em setembro.

Como na campanha do período chuvoso ocorreu dominância monoespecífica, os valores do índice de equidade foram baixos nos trechos a montante do reservatório e a jusante do barramento (Tabela 6). Em ambos os casos, a equidade aumentou na campanha do período seco. No reservatório, a diferença deste índice entre as campanhas foi pequena.

Tabela 6. Atributos encontrados para a comunidade perifítica nos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

	Montante		Reservatório		Jusante	
	fev.21	set.21	fev.21	set.21	fev.21	set.21
Abundância (ind/cm²)	16.519	39.372	48.357	34.908	106.239	4.192
Riqueza (n° táxons)	22	16	41	29	33	29
Shannon (bits/ind)	1,48	1,95	2,20	2,23	1,35	2,14
Equidade (J')	0,48	0,70	0,59	0,66	0,39	0,64

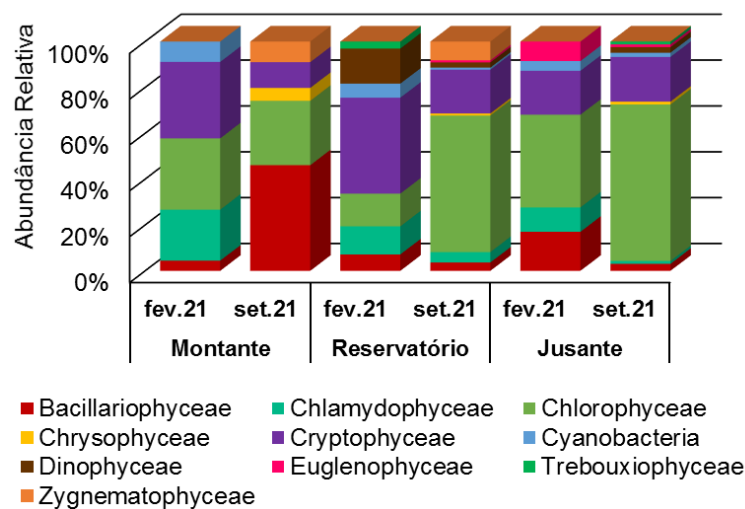


Gráfico 4. Valores de riqueza relativa dos principais grupos dos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

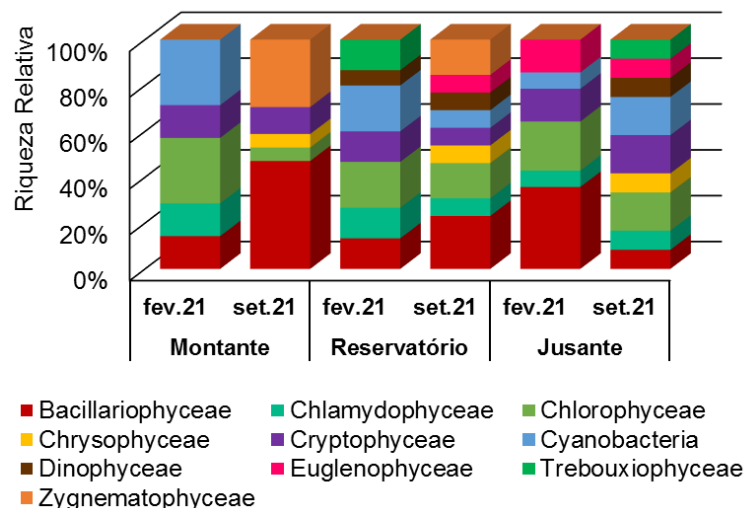


Gráfico 5. Valores de abundância relativa dos principais grupos dos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Tabela 7. Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados nas campanhas do ano de 2021. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

	Montante		Reservatório		Jusante	
	fev.21	set.21	fev.21	set.21	fev.21	set.21
<i>Achnantheidium</i> sp.	A	A	A			A
<i>Encyonema</i> spp.			A			
<i>Eunotia</i> spp.	D	A	A		D	A
<i>Gomphonema</i> spp.	A		A	A		A
<i>Navicula</i> spp.				A		A
<i>Nitzschia</i> spp.		A	A	A		A
<i>Geitleribactron</i> sp.					A	
<i>Leptolyngbya</i> spp.	A	A	A	A	A	A
<i>Bulbochaete</i> spp.			A			
<i>Oedogonium</i> spp.				A		
<i>Cosmarium</i> spp.			A	A		
<i>Mougeotia</i> sp.				A		

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Infere-se que o reservatório da PCH Bandeirantes seja oligotrófico devido aos baixos valores de abundância preponderante. No entanto estes resultados podem ser resultado da baixa complexidade dos substratos encontrados nos locais de amostragem e não diretamente refletirem a qualidade da água.

Contudo, apesar da baixa densidade, a produtividade do perifíton não deve ser subestimada, uma vez que a superfície total coberta pelas matrizes perifíticas de todo o banco de macrófitas podem compor, no seu total, uma comunidade de alta produtividade. Dessa forma, como fonte alimentar de pequenos vertebrados e invertebrados, a comunidade perifítica será sempre funcional. Além disso, observa-se que a comunidade perifítica tem função de sítio reprodutivo para muitos metazoários, devido a constante presença de estruturas de reprodução (ovos) ou resistência (cistos).

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

7. BENTOS

INTRODUÇÃO

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

Essa diversidade está apenas parcialmente compilada em MS, citando-se 41 espécies de Oligochaeta (TAKEDA *et al.*, 2017), 13 espécies de Gastrotricha (GARRAFFONI, 2017), 35 de Ostracoda (HIGUTI *et al.*, 2017), seis espécies de Collembola (Arthropoda, ZEPPELINI & BELLINI, 2017), 18 espécies de Simuliidae (Diptera, Insecta, ZAMPIVA & PIPINELLI, 2017), 25 espécies de Chironimidae (Diptera, Insecta, FUSARI *et al.*, 2017), 13 espécies de Ephemeroptera (Insecta, SILVA & SALLES, 2017), 10 espécies de Plecoptera (Insecta, LECCI & RIGHI-CAVALLARO, 2017), 16 espécies de Trichoptera (Insecta, CALOR & QUINTEIRO, 2017) e 198 espécies de Odonata (Insecta, RODRIGUES & ROQUE, 2017), mas todos os autores indicam que estes números devem estar subestimados.

A bioindicação com zoobentos apresenta como vantagens: (1) o relativamente longo tempo de vida dos organismos, com consequente maior limiar na detecção de impactos anteriores; (2) índices de qualidade ambientais que utilizam, predominantemente, bioindicação por famílias e ordens taxonômicas (CALLISTO, *et al.*, 2001). Em conjunto com a elevada sensibilidade às mudanças no habitat aquático, tais fatores fazem dos zoobentos o grupo funcional mais utilizado em indicação de qualidade de ambientes aquáticos (KARR, 1991).

Os objetivos desta etapa do monitoramento de zoobentos são:

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

METODOLOGIA

Coleta de dados

Para amostragem da biocenose bentônica são obtidas amostras com amostrador surber nos pontos 1 (montante), 2 (reservatório) e 3 (jusante) em cada campanha. O amostrador do tipo Surber é uma rede de deriva com malha de 250 µm apoiada sobre uma base com área de 0,0625 m², na qual o sedimento de fundo é manualmente revolvido, para capturar os organismos, em locais com até 1 metro de profundidade. Para cada ponto são amostradas cinco áreas em diferentes tipologias de substratos, totalizando 0,31 m².

O material coletado é acondicionado em recipientes plásticos e fixado em álcool 70%. Em laboratório, caso as amostras contenham muita argila, pode-se lavar o excesso de sedimento em rede de 250 µm e/ou utilizar a técnica de flotação com sacarose. Eventualmente, em amostras com grande densidade de organismos pequenos e excesso de restos vegetais, pode-se utilizar corante rosa de Bengala para evidenciar os animais.

A triagem e identificação dos organismos pode ser realizada em placas de Petri ou câmara de Bogorov, sempre sob estereomicroscópio. A identificação é realizada em nível de ordem e família para a maioria dos grupos, com base em MORETTI (2004), FROEHLICH *et al.* (2007) e MUGNAI *et al.* (2010). Possíveis exceções para Chironomidae (Diptera), que pode depender de identificação em nível de sub-família ou mesmo de gênero, com base em TRIVINO-STRIXINO & STRIXINO (1995) para a acurácia como bioindicadores.

Análise de dados

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

A densidade dos organismos zooplancônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m², segundo a fórmula:

$$D \text{ (ind/m}^2\text{)} = \text{registros} / (\text{área amostrada})$$

A riqueza de espécies considera o número total de táxons registrados. Os Índices de diversidade de *Shannon* e de Equidade de *Pielou* são comuns na literatura

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

$$H' = - (\sum p_i \cdot \ln p_i)$$

Onde:

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

A equidade de Pielou para a amostra será calculada pela fórmula (MAGURRAN, 1988):

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

Onde:

- H' é o índice de Shannon;

- $\ln S$ é o logaritmo natural/neperiano do número de espécies registradas nas análises quantitativas.

Para a bioindicação da qualidade da água utilizando a biocenose zoobentônica, são calculados o índice BMWP (HELLAWELL, 1989) adaptado por JUNQUEIRA & CAMPOS (1998) e em seguida o índice ASPT (MANDAVILLE, 2002).

O índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) utiliza a presença de determinada família ou grupo de macroinvertebrados bentônicos pra fornecer um *score*, com valores entre 1 e 10, baseados na sensibilidade à poluição. Famílias sensíveis recebem valores altos, enquanto famílias tolerantes recebem valores baixos. A somatória dos *scores* de sensibilidade à poluição indica a integridade do ambiente aquático pelo índice BMWP (Tabela 8).

O ASPT (*Average Score Per Taxon*) representa simplesmente a média dos *scores* dos diferentes grupos, sendo que maior que 6 indica águas limpas, entre 5 a 6 indica qualidade duvidosa, entre 4 a 5 indica provável poluição moderada e menor que 4 indica provável poluição severa (CETESB, 2006).

Tabela 8. Relação entre classes de uso da água, índice biótico BMWP adaptado por Junqueira *et al.* (2000) e indicação de qualidade da água.

Classes dos corpos de água	Somatórias de “scores”	Qualidade da água
1	81	Excelente
2	80 – 61	Boa
3	60 – 41	Regular
4	40 – 26	Ruim
5	≤25	Péssima

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Na campanha de setembro de 2021 de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos registramos 18 táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 510 indivíduos por metro quadrado de substrato, enquanto na campanha de fevereiro de 2021 registramos 15 táxons, com densidade média de 285 ind./m² (Tabela 6).

Comparativamente, SAMORANO (2020) relatou nove táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 35,7 ind/m² na campanha agosto de 2020 e 13 táxons com densidade média de 45,7 ind/m² na campanha de fevereiro de 2020.

Isso indica altos valores de riqueza taxonômica e densidade de zoobentos nas campanhas realizadas em 2021, em comparação às campanhas de 2020, realizadas por SAMORANO (2020).

Grande parte desse aumento de representatividade é decorrente do registro recente de crustáceos de pequeno porte nas amostras, mas também do registro de larvas e outras formas aquáticas de insetos, estas com maior importância à bioindicação (Figura 8 e Figura 9). Apenas cinco dos táxons relatados por SAMORANO (2020) não foram registrados em 2021, indicando boa comparabilidade dos dados, mas nas campanhas de 2021 foram registrados outros 14 táxons não relatados em 2020. É provável que o próprio aumento de densidade de zoobentos nas amostras em 2021 seja o responsável pela maior riqueza taxonômica registrada, pois, com mais indivíduos registrados, aumentam as chances de registro de táxons raros.

Larvas de Chironomidae (Figura 8) e Oligochaeta estiveram entre os táxons mais comuns tanto em 2021 como 2020. Em 2021 registramos considerável abundância de microcrustáceos Calanoida nas amostras do reservatório, que são tipicamente planctônicos, provavelmente se desenvolveram e decantaram da coluna de água.

Larvas de Chironomidae representaram 42,7% da abundância na campanha de fevereiro de 2021 e 17,8% da abundância na campanha de setembro de 2021, valores semelhantes ao registrado em 2020 (27% e 44,8%). Microcrustáceos, sem registros em 2020, representaram 21,7% da abundância na campanha de fevereiro de 2021 e 22,2% da abundância na campanha de setembro de 2021. Oligochaeta representaram 5,6% e 7,5% dos registros nas respectivas campanhas de fevereiro e setembro de 2021, valores um pouco menores que os 10,2% e 13,1% da abundância nas

respectivas campanhas de fevereiro e agosto de 2020, conforme dados de SAMORANO (2020).

Essa distribuição da representatividade entre os táxons mais frequentes indica que não houve grupo dominante nas campanhas recentes. Como Chironomidae e Oligochaeta apresentam baixa pontuação em bioindicação (scores BMWP na Tabela 6), o ideal para bioindicação é que não se apresentem como dominantes.

Os demais táxons apresentaram valores menores de abundância relativa, mas sua diversidade e presença, especialmente nos casos com alto score de bioindicação (Figura 9) apresentados na Tabela 6, indicam boa estrutura da comunidade bentônica, com consequências à bioindicação, como tratado no tópico seguinte.

A boa distribuição das abundâncias relativas também repercute sobre equidade da comunidade, cujos índices de Pielou foram de 0,69 (numa escala de zero a 1) na campanha de fevereiro de 2021 e 0,75 na campanha de setembro de 2021 (Gráfico 6), valores pouco menores do que o registrado em 2020, conforme dados de SAMORANO (2020). Mas como equidade e riqueza de espécies são os componentes básicos da diversidade, a combinação de equidade intermediária a baixa com riqueza de espécies maior em 2021, resultou em índices de diversidade de Shannon intermediários (Tabela 6) semelhantes ao ano de 2020, conforme dados de SAMORANO (2020).

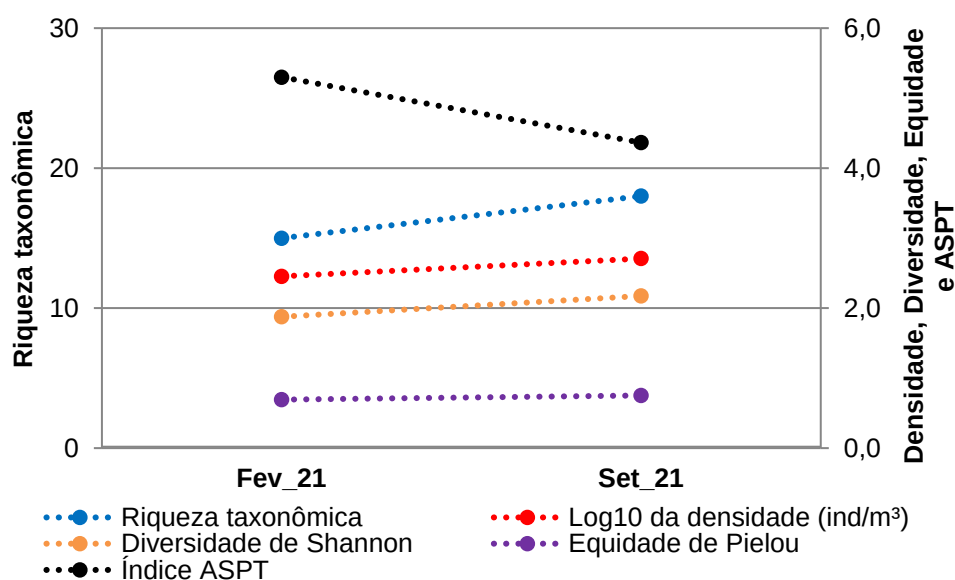


Gráfico 6. Parâmetros da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas campanhas recentes de monitoramento. A densidade foi apresentada em escala logarítmica para facilitar representação gráfica. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. 2021.



Figura 8. Larva de Chironomidae, Diptera (Insecta), táxon com score 2 de bioindicação (numa escala de 1 a 10) registrada na área reservatório. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 30 vezes. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.



Figura 9. Larva de Leptoceridae, Trichoptera (Insecta), táxon com score 10 de bioindicação (numa escala de 1 a 10), registrada à jusante. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 20 vezes. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

Tabela 6. Táxons registrados, seus “scores” de bioindicação, suas densidades (organismos por metro quadrado) em cada ponto de amostragens, além de cálculos de densidade média, abundância relativa, riqueza taxonômica, índices de diversidade, equidade e bioindicadores BMWP e ASPT nas campanhas de 2021 de monitoramento de zoobentos. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Táxons	Scores BMWP	Fevereiro de 2021				Setembro de 2021			
		P1 - Mont.	P2 - Res.	P3 - Jus.	Médias	P1 - Mont.	P2 - Res.	P3 - Jus.	Médias
NEMATODA		28,8			9,6	105,6	12,8		39,5
MOLLUSCA									
Bivalvia						3,2		9,6	4,3
ANELLIDA									
Oligochaeta	1		44,8	3,2	16,0	38,4	70,4	6,4	38,4
ARTHROPODA – Crustacea									
Cyclopoida				32	10,7	22,4	122	3,2	49,1
Calanoida			186		61,9		336	3,2	113,1
Cladocera		6,4	6,4		4,3		128		42,7
Harpacticoida							12,8		4,3
Ostracoda	2	9,6	6,4		5,3	28,8	227	22,4	92,8
ARTHROPODA – Arachnida									
Hydracarina	4	6,4	6,4	6,4	6,4		9,6		3,2
Acari		73,6			24,5	3,2			1,1
ARTHROPODA – Insecta									
Ephemeroptera									
Baetidae	5	9,6		12,8	7,5		16		5,3
Leptohyphidae	6	12,8			4,3				
Diptera									
Chironomidae	2	115	195	54,4	121,6	60,8	92,8	118	90,7
Ceratopogonidae	4							3,2	1,1
Hemiptera									
Notonectidae	4							12,8	4,3
Odonata									
Caenidae	5		3,2		1,1				
Leptoplhebiidae	10		3,2		1,1				
Libellulidae	8	3,2	9,6	6,4	6,4				

Gomphidae	8								
Trichoptera									
Leptoceridae	10	12,8			4,3	3,2		6,4	3,2
Hydropsychidae	5							35,2	11,7
Hydroptilidae	6					6,4		6,4	4,3
Coleoptera									
Elmidae	5					3,2			1,1
Densidade (ind./m²)		278	461	115	284,8	275	1027	227	509,9
Riqueza taxonômica		10	9	6	15	10	10	11	18
Diversidade de Shannon					1,88				2,17
Equidade de Pielou					0,69				0,75
Índice BMWP					53				48
Índice ASPT					5,3				4,4

Espécies e grupos bioindicadores

Nas campanhas de 2021, bem como nas campanhas de 2020, conforme dados de SAMORANO (2020), foram registrados diversos grupos de zoobentos, incluindo táxons tolerantes a alterações, mas também táxons que exigem boas condições ambientais para persistirem localmente. A presença desses bons indicadores, além da ausência de táxon dominante nas diferentes campanhas são indicadores preliminares de boas condições ambientais.

Como a área de estudos está localizada no trecho final de sucessivos reservatórios no rio Sucuriú, portanto já sob a influência de outros empreendimentos, optamos por apresentar os índices de bioindicação para cada campanha, considerando o conjunto das amostras de montante, reservatório e jusante da PCH Bandeirante. Desse modo, a comparação do obtido em cada campanha na área de estudos pode ser comparada diretamente ao registrado em outros empreendimentos, especialmente a PCH Porto das Pedras, imediatamente à montante.

Neste estudo, apresentamos dois indicadores de qualidade ambiental (Tabela 6), baseados nos mesmos scores BMWP de sensibilidade dos diferentes táxons. O primeiro, índice BMWP, considera a somatória dos scores dos táxons, enquanto o segundo, o índice ASPT, considera a média dos scores dos táxons. Quando houver inconsistência entre os dois, consideramos prioritariamente ASPT, pois BMWP é mais dependente de sucesso de captura de variados táxons (GUTIÉRREZ-FONSECA & LORION, 2014).

Ambos indicam uma tendência, por hora não estatisticamente significativa, de diminuição da qualidade ambiental, mas com o limiar de mudança de classificação em diferentes campanhas:

O índice BMWP da campanha de fevereiro de 2020, com valor 67, calculada conforme dados de SAMORANO (2020), indica “boa qualidade da água”, mas a partir da campanha de agosto de 2020 passa a apresentar valores entre 41 e 60, indicando “qualidade da água regular”, conforme critério de JUNQUEIRA et al. (2000).

O índice ASPT apresentou valores entre 5 e 6 até a campanha de fevereiro de 2021, os quais indicam “qualidade ambiental duvidosa”, mas apresentou valor entre 4 e 5 na campanha mais recente, em setembro de 2021, indicando “provável poluição moderada”, conforme classificação e terminologia de IAP (2018).

Comparativamente, o indicador ASPT para a área da PCH Porto das Pedras já apresentava valores oscilando em torno de valor 4, indicando “provável poluição

moderada” desde agosto de 2019 (FIBRACON, 2019), o que indica que o observado na PCH Bandeirante não é restrito à sua área de influência, mas sim representa condições ambientais iniciadas à montante na bacia de drenagem do rio Sucuriú.

Em ambos os casos, podem se tratar de tendências temporárias, assim será necessário acompanhar esses indicadores nas próximas campanhas, para testar eventuais padrões a médio prazo na evolução desses parâmetros.

Considerando a bioindicação em conjunto com outras comunidades aquáticas, há indicação de oligotrofia (baixa produtividade e boa qualidade da água) tanto pelo fitoplâncton como pelo zooplâncton (ver outros itens deste relatório), indicando, no conjunto, que a área da PCH Bandeirante apresenta melhores condições ambientais que a área de outros empreendimentos na mesma sub-bacia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas campanhas de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos realizadas em 2021 registramos elevadas riqueza de espécies e densidade, com valores intermediários de equidade e diversidade.

Foram registrados, concomitantemente, táxons tolerantes e táxons exigentes quanto à qualidade ambiental, com índices BMWP e ASPT indicando “qualidade da água regular” ou até “provável poluição moderada”, na campanha mais recente. Isso pode se tratar de uma tendência temporária, será necessário acompanhar esses indicadores nas próximas campanhas, para testar eventuais padrões a médio prazo na evolução desses parâmetros

Domo os valores de ASPT observados neste monitoramento foram maiores que o observado em outros empreendimentos da sub-bacia do rio Sucuriú, incluindo na PCH Porto das Pedras, imediatamente à montante da PCH Bandeirante, e como há indicação de oligotrofia (baixa produtividade e boa qualidade da água) tanto pelo fitoplâncton como pelo zooplâncton, por hora, a área da PCH Bandeirante apresenta melhores condições ambientais que em outros empreendimentos na mesma sub-bacia.

8. ICTIOFAUNA

INTRODUÇÃO

A ictiofauna da bacia do Alto Rio Paraná é a mais conhecida dentre as grandes bacias hidrográficas brasileiras (LANGEANI *et al.*, 2007), mas também, a mais influenciada por represamentos no Brasil (AGOSTINHO *et al.*, 2008). A sub-bacia do rio Sucuriú também foi bastante estudada, inclusive com um extensivo inventariamento na porção nordeste de Mato Grosso do Sul realizado por FROEHLICH *et al.* (2006) nas bacias do rio Aporé e do rio Sucuriú.

Neste contexto é desenvolvido o monitoramento da ictiofauna na área da PCH Bandeirante, um dos barramentos instalados no instalada no rio Sucuriú. O objetivo é acompanhar parâmetros relacionados com a diversidade e representatividade de peixes na área.

Este documento tem como objetivos apresentar métodos, resultados e discussões sobre as campanhas realizadas fevereiro de 2021 e em setembro de 2021 de monitoramento da ictiofauna, realizada pela empresa Fibracon, além de comparar o observado com dados disponíveis de campanhas anteriores.

METODOLOGIA

Coleta de dados

Em cada uma das estações de amostragem foram utilizadas redes de arrasto (Figura 10) com 5 metros de comprimento e malha 3 mm, além de instaladas redes de espera (6 redes de espera com 10 metros e com malhas entre 3 e 10 cm entre nós opostos) instaladas ao entardecer (cerca de 18 h) e retiradas pela manhã (a partir das 6 h).

Todos os peixes capturados vivos foram identificados, contados e libertados no ambiente de origem. A identificação dos peixes foi realizada com base na chave dicotômica e catálogo de OTA *et al.* (2018). Exemplos mortos parcialmente predados foram descartados (enterrados), enquanto exemplares mortos em bom estado de conservação foram fixados em formol (10%) por 24 horas, conservados em álcool (70%) e serão depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.



Figura 10. Lance de rede de arrasto no reservatório do empreendimento na campanha de monitoramento da ictiofauna. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

Análise de dados

Para cada campanha são calculados o índice de diversidade de *Shannon* (SHANNON, 1948) e índice de Equidade de Pielou. O índice de *Shannon* foi calculado segundo a fórmula:

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

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

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

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

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

Foram consideradas espécies reofílicas aquelas citadas por Agostinho *et al.* (2003) e consideradas ameaçadas as constantes na lista do ICMBio (2018) e IUCN (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Riqueza de espécies, abundância e diversidade

Registramos 66 indivíduos de 16 espécies de peixes pertencentes a seis famílias taxonômicas de peixes na campanha de setembro de 2021 (Tabela 1), enquanto que na campanha de fevereiro de 2021 foram registrados 115 indivíduos de 15 espécies de cinco famílias taxonômicas (Tabela 1). Esses valores são altos em comparação às campanhas de 2020, conforme apresentado por SAMORANO (2020), registrou 22 indivíduos de oito espécies em agosto de 2020 e 14 indivíduos de cinco espécies em agosto de 2020.

Cinco das espécies registradas por SAMORANO (2020) não foram registradas nas duas campanhas recentes, que, por sua vez acrescentaram 17 novas espécies ao histórico disponível.

A ordem mais representativa em todas as campanhas foi Characiformes (conhecidos como “peixes de escamas”, Figura 12). A seguir aparecem Siluriformes (bagres e cascudos, Figura 13) e Perciformes (carás, joaninhas e tucunarés, Figura 11), o que está de acordo com o padrão esperado para a ictiofauna neotropical (LOWE-MCCONELL, 1999).

As oito espécies mais abundantes no conjunto das duas campanhas de 2021 foram Charaformes, especialmente das famílias Characidae e Anostomidae (Gráfico 8). Characídeos de pequeno porte, as pequiras, *Moenkhausia* cf. *gracilima* e *Planaltina britskii* foram as duas espécies mais abundantes, mas com abundância relativa parecida com *Schizodon nasustus* (ximboré) e *Serrasalmus maculatus* (piranha, ambas espécies de médio porte (Gráfico 8). Comparativamente, nas campanhas de 2020, foram mais abundantes *Serrasalmus maculatus* e *Hypostomus regani*, conforme SAMORANO (2020).

A boa distribuição da abundância relativa nas campanhas recentes representa equidade, cujo índice de equidade de Pielou teve valor de 0,89 (na escala de 0 a 1) na campanha de setembro de 2021 e 0,78 na campanha de fevereiro de 2021 (Gráfico 7Gráfico 8), semelhantes aos valores 0,87 na campanha de agosto de 2020 e 0,70 na campanha de fevereiro de 2020, conforme dados apresentados por SAMORANO (2020).

Como equidade e riqueza de espécies são os componentes da diversidade, e como os valores de riqueza de espécies registradas foi maior nas campanhas de 2021 (Tabela 1) quando em comparação às campanhas de 2020 (conforme dados

apresentados por SAMORANO, 2020), o índice de diversidade de Shannon também apresentou valores elevados em 2021 quando em comparação a 2020 (conforme dados apresentados por SAMORANO, 2020).

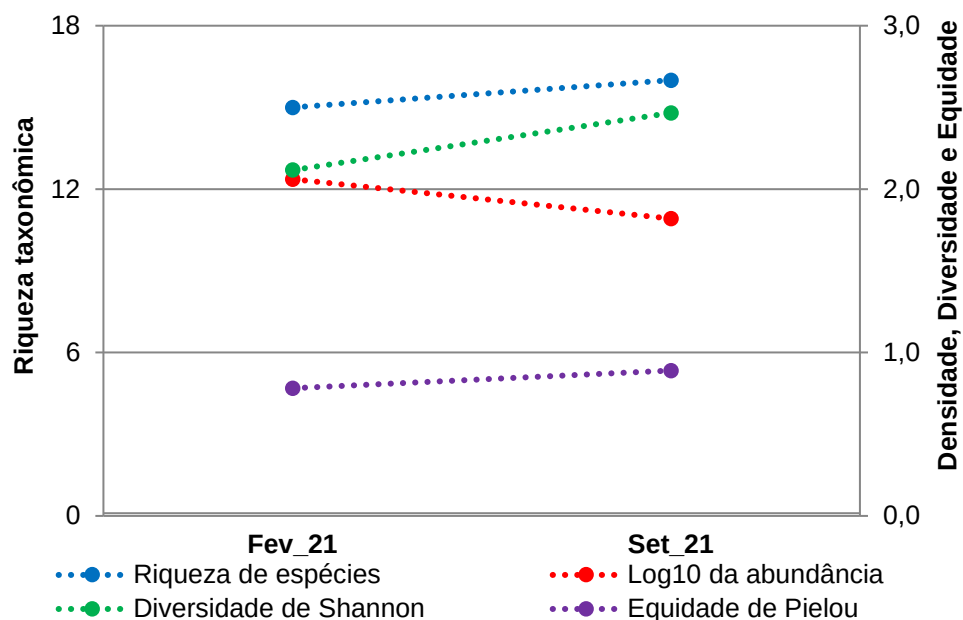


Gráfico 7. Evolução dos parâmetros abundância de indivíduos, riqueza de espécies, equidade e diversidade nas campanhas recentes de monitoramento. Dados de densidade apresentado em escala logarítmica para facilitar projeção gráfica. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.



Figura 11. Exemplar de *Schizodon borelli* (piauí-bosteiro) registrado e libertado com uso de rede de espera a montante. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.



Figura 12. Exemplar de *Loricariichthys platymetopon* (rapacanoa) registrado e libertado com uso de rede de espera a jusante. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Fevereiro de 2021.



Figura 13. Exemplar de *Satanoperca* sp. (sensu *pappaterra*) (cará-porquinho) registrado e libertado com uso de rede de espera no reservatório. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

Considerando o conjunto dos dados observados na fase de operação do empreendimento (2020-21) não há tendência de diferenciação na representatividade de peixes em nenhum dos ambientes, por hora (Tabela 1). O reservatório está apresentando números elevados a altos em comparação aos demais ambientes

monitorados, sem a expressiva concentração de peixes no trecho do rio Sucuriú a jusante do barramento do empreendimento. Por hora, as oscilações observadas nos parâmetros do Gráfico 7 ou as diferenças entre os pontos monitorados quanto à riqueza de espécies ou abundância de peixes não representam padrões estatisticamente significativos, pode tratar se de flutuações temporárias nos parâmetros, portanto serão necessários dados de mais campanhas na fase de operação para testar a existência de variações e padrões.

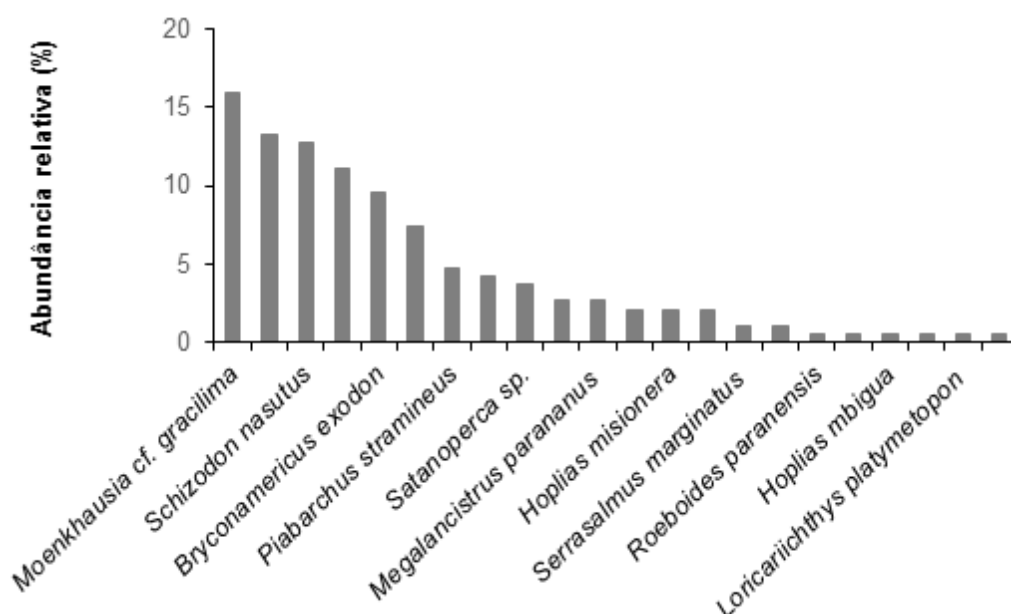


Gráfico 8. Ranking de abundância relativa das espécies registradas no conjunto das campanhas de 2021 de monitoramento de Ictiofauna. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Tabela 1. Espécies de peixes registradas, valores de abundância, abundância relativa, riqueza de espécies e índices de diversidade e equidade nas campanhas de 2021 de monitoramento da ictiofauna. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Fonte dos dados →		FIBRACON (2021)							
Táxons	Nome comum	Fevereiro de 2021				Setembro de 2021			
		Montante	Reservatório	Jusante	Totais	Montante	Reservatório	Jusante	Totais
CHARACIFORMES									
Anostomidae									
Leporinus friderici	piau-três-pintas	1			1		2	1	3
Schizodon borelli	piau-bosteiro					6	2		8
Schizodon nasutus	ximburé	16			16	7	1		8
Characidae									
Bryconamericus exodon	pequira			17	17			1	1
Moenkhausia cf. gracilima	pequira			20	20		8	2	10
Moenkhausia cf. intermedia	pequira						4	1	5
Piabarchus stramineus	pequira			9	9				
Planaltina britskii	pequira			25	25				
Roeboides paranensis	saicanga						1		1
Serrasalmus maculatus	piranha	1	11		12	1	6	2	9
Serrasalmus marginatus	catarina		1		1		1		1
Erythrinidae									
Hoplerethyrus unitaeniatus	jejú	1			1				
Hoplias intermedius (grupo lacerdae)	traíra	9			9	3	2		5
Hoplias mbigua (grupo malabaricus)	traíra							1	1
Hoplias misionera (grupo malabaricus)	traíra					3		1	4
SILURIFORMES									
Loricariidae									
Hypostomus ancistroides	cascudo			1	1				
Hypostomus cf. microstomus	cascudo			1	1		1	2	3
Loricariichthys platymetopon	rapa-canua			1	1				
Megalancistrus parananus	cascudo-abacaxi					1		4	5
Pimelodidae									
Pimelodus ornatus	bagre-chorão						2		2

PERCIFORMES									
Cichlidae									
<i>Cichla kelberi</i>	tucunaré-amarelo		1		1				
<i>Satanoperca sp. sensu pappaterra</i>	porquinho	3	2		5		2		2
Abundância		28	13	74	115	21	30	15	66
Riqueza de espécies		6	4	7	15	6	12	9	16
Diversidade de Shannon					2,12				2,47
Equidade de Pielou					0,78				0,89

Espécies ameaçadas, migradoras e de interesse à pesca

Segundo a Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçadas de extinção (ICMBio, 2018) e a IUCN Red List (2021), nenhuma espécie de peixe capturada nas campanhas recentes está localmente ou globalmente ameaçada de extinção. Contudo, *Myloplus tiete* (pacu-peva), registrada por SAMORANO (2020), é considerada “quase ameaçada” de extinção por Abilhoa & Duboc (2004), e com taxa de captura rara no rio Paraná.

Prochilodus lineatus (curimbatá), também registrada por SAMORANO (2020), é espécie reofílica (migradora de longas distâncias), segundo os critérios de Agostinho *et al.* (2003). Pelos critérios dos mesmos autores, *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas, Figura 14), *Schizodon borellii* (piauí-bosteiro, Figura 11), *Schizodon nasutus* (ximburé, Figura 15), *Myloplus tiete* (pacu-peva) e *Pimelodus ornatus* (mandi, Figura 16) realizam migrações de curta distância ao longo e lateralmente ao rio. Para esses migradores de curtas distâncias, corredeiras, afluentes, ambientes com vegetação marginal e alagados são sítios de desova. Todas as espécies supra-citadas são de interesse à pesca, além de *Hoplias* spp. (traíras) e *Serrasalmus* spp. (piranhas).



Figura 14. Exemplar de *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) ao ser libertado, após registro com uso de rede de espera, a jusante. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

Cichla kelberi também é de interesse à pesca, mas esta espécie é introduzida a partir da bacia Amazônica/Tocantino-Araguaiana. São espécies alóctones (advindas de fora

da sub-bacia), *Satanoperca* sp. (sensu *pappaterra*), *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jejú) e um citotipo de *Hoplias* gr. *malabaricus* (traíra) que, segundo Júlio Júnior et al. (2009), colonizaram a bacia do Alto Rio Paraná apenas depois da instalação da UHE Itaipu e alagamento da barreira natural de Sete Quedas.



Figura 15. Exemplar de *Schizodon nasutus* (ximburé) registrado e libertado com uso de rede de espera a montante. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.



Figura 16. Exemplar de *Pimelodus ornatus* (bagre-chorão) registrado e libertado com uso de rede de espera no reservatório. PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Setembro de 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas campanhas de fevereiro e setembro de 2021 foram registrados valores de abundância de indivíduos, riqueza de espécies e índices de diversidade elevados, além de índices de equidade semelhantes, quando em comparação às campanhas de 2020, cujos dados foram apresentados por SAMORANO (2020).

Por hora, essas oscilações nos parâmetros monitorados não representam padrões estatisticamente significativos, assim como as diferenças na representatividade da ictiofauna nos diferentes pontos de monitoramento. Para testar esses e outros padrões, serão necessários mais dados e campanhas de monitoramento durante a fase de operação do empreendimento.

9. MACRÓFITAS

INTRODUÇÃO

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

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

Em decorrência do desenvolvimento excessivo, as macrófitas podem afetar vários usos dos ecossistemas, tais como a navegação, pesca, recreação e o próprio acesso à água. Esses problemas podem ocorrer em diferentes escalas, afetando os

ecossistemas inteiros ou locais específicos. No entanto, a maior preocupação em reservatórios brasileiros está voltada para interrupções no fornecimento de energia, decorrentes do entupimento de unidades de geração (MARCONDES *et al.*, 2003).

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

As atividades do programa de monitoramento de macrófitas aquáticas têm por objetivo a vistoria periódica do reservatório buscando identificar o crescimento excessivo de macrófitas, possibilitando a adoção de medidas corretivas. Este relatório apresenta os resultados consolidados das campanhas de monitoramento de macrófitas aquáticas da PCH Bandeirante, realizadas em fevereiro e setembro de 2021.

METODOLOGIA

Coleta de dados

Os três pontos amostrais (P1-Montante, P2-Reservatório e P3-Jusante) são percorridos a pé ou por barco onde são vistoriadas as margens e o fundo do curso d'água buscando registrar todas as macrófitas existentes nestes locais.

Análise qualitativa

O monitoramento de macrófitas na área de influência direta da PCH Bandeirante foi realizado através de caminhada e por meio de percurso com barco ao longo do rio Sucuriú, possibilitando o registro de espécies ao longo do curso do reservatório, com o intuito de identificar a presença de espécies com potencial colonizador para o reservatório.

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

Para cada ponto de amostragem foi anotado o tipo de ambiente, sendo registradas as espécies aquáticas e observadas as respectivas formas biológicas (Figura 17).

Com base nas características ecológicas e referências bibliográficas, as espécies encontradas são classificadas quanto ao seu potencial invasor.

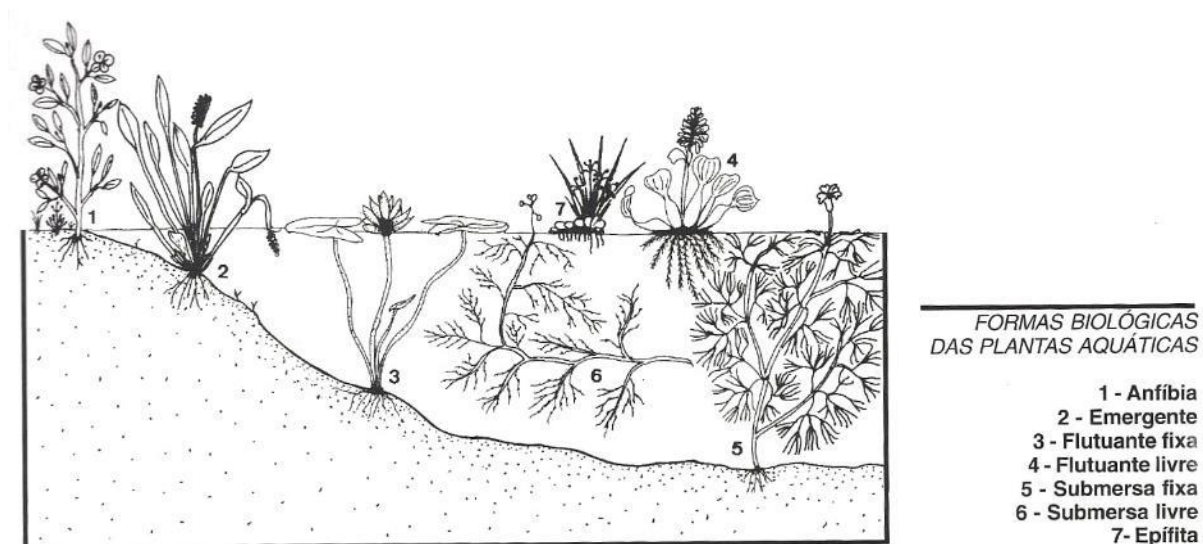


Figura 17. Formas biológicas de espécies aquáticas proposta por Pott & Pott (2000).

Análise quantitativa

Dentro de cada uma dessas áreas amostrais, Montante, Reservatório e Jusante, as espécies flutuantes e as fixas com folhas flutuantes foram coletadas manualmente, sem o auxílio de equipamentos, enquanto para a coleta de espécies submersas, foi utilizado gancho (garatêa), metodologia empregada em todas as estações de amostragem com a tentativa de investigar a presença de espécies submersas.

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

Com base nas observações realizadas, foram quantificados os locais de ocorrência de macrófitas aquáticas e suas respectivas áreas utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O monitoramento de áreas com grande extensão e complexidade exigem a aplicação de diferentes técnicas de estudo. Para aplicação de decisões que abrangem diversas escalas de estudo, estão disponíveis diferentes ferramentas e técnicas, entre elas as geotecnologias (POIANI *et al.*, 2000). De acordo com Shimabukuro *et al.* (1998), alterações na cobertura vegetal podem ser detectadas através da análise de índices de vegetação. Dentre os índices de

vegetação, um dos principais é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, sendo expresso pela diferença entre a banda do infravermelho próximo e vermelho normalizada pela soma das bandas conforme a equação:

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

Onde:

NIR = Banda do vermelho próximo;

R = Banda vermelho.

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

A imagem orbital utilizada no NDVI foi coletada pelo sensor *Mustispectral Instrument* (MSI) instalado a bordo do satélite da missão Sentinel-2, pertencente ao programa *Copernicus* da *European Spatial Agency* (ESA). O imageamento ocorreu nos meses de fevereiro e setembro de 2021. O download foi disponibilizado pelo website do próprio programa (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

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

A imagem orbital utilizada antecede a campanha, contudo a data está dentro do arco temporal do semestre que está sendo analisado. A utilização dessa imagem foi condicionada as circunstâncias meteorológicas presentes, pois houve a inviabilidade das imagens mais próximas, ou dentro, do intervalo de datas da campanha, pela alta quantidade de nuvens sobrepondo a área de interesse.

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

A classificação das imagens obtidas resulta em uma mensuração relativa da presença das macrófitas no ambiente, possibilitando uma concepção superficial da real situação

local. Sendo assim, as incursões na área de estudo e o monitoramento remoto se utilizando de imagens de satélites orbitais, como o Sentinel 2, possibilita uma representação cartográfica da situação local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise qualitativa

Durante as campanhas realizadas em 2021, nos meses de fevereiro e setembro, foi registrada a presença de 14 espécies, distribuídas em 11 famílias e 12 gêneros (Tabela 9).

Tabela 9. Espécies registradas durante a campanha de monitoramento de macrófitas na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul/MS. Legenda: F.B = Formas Biológicas Em = emergente, An=anfíbia; Sf=submersa-fixa; Fl=flutuante-livre, Ff= flutuante-fixa e Ep=epífita. Potencial de Infestação – 1: ocorre apenas a presença; 2: Potencial de infestação leve; 3: P.I.=Potencial infestação média e 4: Potencial de infestação grave. Fevereiro e setembro de 2021.

Família	Espécie	Nome Comum	fev/21			set/21			F.B.	P.I.
			P1	P2	P3	P1	P2	P3		
Alismataceae	<i>Sagittaria rhombifolia</i>	Lagartixa					x		Em	3
Apiaceae	<i>Eryngium pandanifolium</i>	Caraguatá		x			x		Em	1
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i>	Lodo		x					Sf	1
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.						x		Em	1
	<i>Eleocharis interstincta</i>	Cebolinha		x					An	3
	<i>Eleocharis minima</i>	Lodo		x	x	x	x		Sf	4
Hydrocharitaceae	<i>Najas</i> sp.	Lodo		x					Sf	1
Lythraceae	<i>Cuphea melvilla</i>	Erva-de-bicho				x			Em	1
Onagraceae	<i>Ludwigia inclinata</i>	Lodo-vermelho	x	x				x	Sf	3
	<i>Ludwigia</i> sp.	Florzeiro					x		An	1
Plantaginaceae	<i>Bacopa salzmännii</i>			x	x		x		Em	1
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	Erva-de-bicho		x					Em	1
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>	Camalote		x					Ff	4
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	Orelha-de-onça		x			x		Fl	4

As famílias Cyperaceae (21,4%; n=3) e Onagraceae (14,2%, n=2) foram as mais representativas em número de espécies (Gráfico 9). A representatividade diz respeito à quantidade de espécies em cada família, e está expressa em porcentagem.

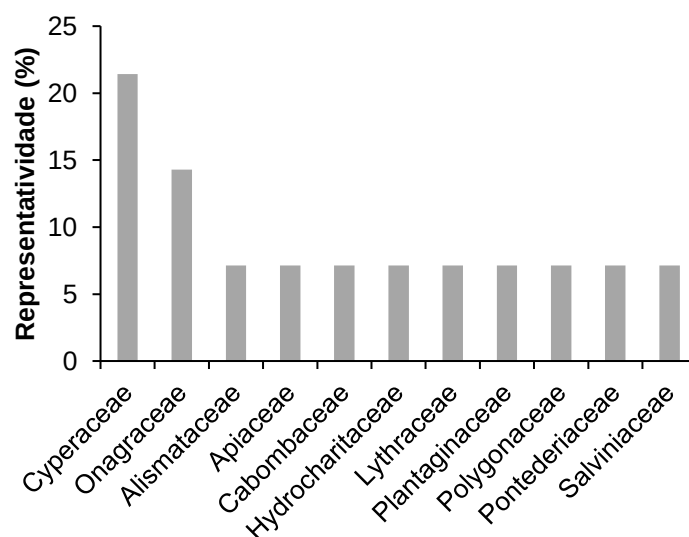


Gráfico 9. Representatividade das famílias de macrófitas registradas na campanha de monitoramento na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul/MS. Fevereiro e setembro de 2021.

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

Eleocharis é um dos gêneros pertencentes à família Cyperaceae de ampla distribuição nos ecossistemas aquáticos, pois pode ocorrer em brejos, cachoeiras, lagoas, lagos, margens de rios, pântanos, restingas e solos úmidos de locais abertos (GIL & BOVE, 2007; CAMARGO & FERRAGUT, 2014), as espécies desse gênero são de fácil propagação podendo se comportar como invasoras, como a *Eleocharis minima*, que é estolonífera, produzindo mudas em suas ramificações, podendo também, ser colonizada por *Cyperus blepharoleptos*, formando baceiros (LEITE *et al.*, 2009).

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



Figura 18. *Eleocharis minima*, representante da família Cyperaceae registrada na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul/MS. Fevereiro e setembro de 2021.

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

As espécies do gênero *Ludwigia*, da família Onagraceae, ocorrem por todo o Brasil, associadas principalmente a locais alagáveis e são invasoras frequentes em locais úmidos e pantanosos. Apesar da fácil propagação e alta frequência de ocorrência, essas espécies possuem potencial de infestação baixo e não oferecem risco a geração de energia (POTT & POTT, 2000; SOUZA & LORENZI, 2012).

A espécie *Ludwigia inclinata* (Figura 19) por ser submersa-fixa é a espécie do gênero que possui maior potencial de infestação, esta espécie possui ampla distribuição sendo abundante em diversos ambientes como águas correntes, lagos, corixos e campos de inundação (SOUZA & LORENZI, 2012; POTT & POTT, 2000).



Figura 19. *Ludwigia inclinata* registrada na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul/MS.

Em relação às formas biológicas (F.B.), as mais representativas foram as espécies emergentes (Em) (42,8%), seguida pela forma submersa-fixa (Sf) com 28,5, %anfíbia (An) com 14,2%, flutuante-livre (Fl) e flutuante-fixa (Ff) com 7,1% cada (Gráfico 10).

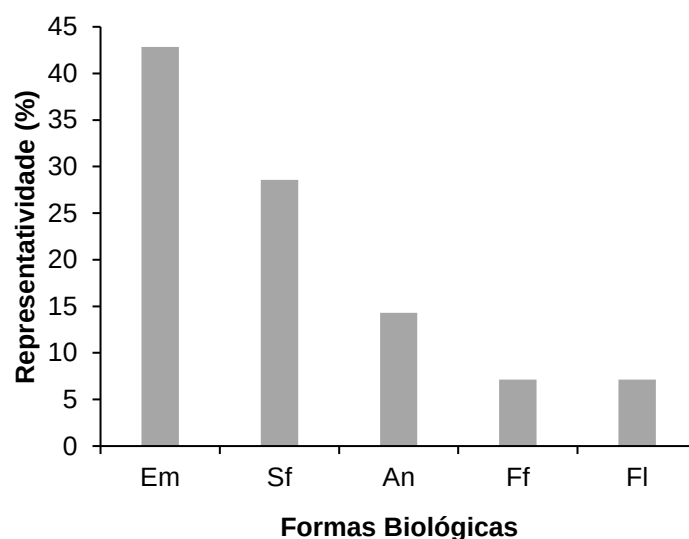


Gráfico 10. Representatividade das formas biológicas encontradas nos habitats amostrados na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul/MS. Formas Biológicas: Em= emergente, An= anfíbia, Sf= submersa-fixa, Ff= flutuante-fixa, Fl=flutuante-livre. Fevereiro e setembro de 2021.

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

As espécies *Salvinia auriculata* e *Salvinia biloba* (Salviniaceae) (Figura 20) apresentam forma biológica flutuante livre e são plantas anuais de fácil propagação, muito frequentes em mananciais de água parada e em canais com pouca movimentação formando grandes infestações que chegam a cobrir toda a superfície da água. Servem de substrato para colonização por *Cyperus blepharoleptos* formando ilhas flutuantes (baceiros) (POTT & POTT, 2000; LORENZI, 2008).

As ilhas flutuantes (baceiros) podem mover-se com o vento e oscilações no nível da água, esse movimento pode arrastar e destruir plantas flutuantes-fixas e sombrear espécies submersas, causando alterações na composição de espécies de uma determinada região (POTT & POTT, 2000).



Figura 20. *Salvinia auriculata* registrada na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul/MS.

As espécies mais preocupantes com relação a geração de energia são aquelas com maior potencial de infestação, em sua maioria espécies flutuantes e de fácil

propagação. Na PCH Bandeirante as principais espécies registradas no monitoramento são as classificadas com potencial de infestação grave, nível 4, *Eleocharis minima*, *Eichhornia azurea*, *Salvinia auriculata*, e as classificadas em nível 3 com potencial de infestação médio, *Sagittaria rhombifolia*, *Eleocharis interstincta* e *Ludwigia inclinata*. Estas espécies merecem destaque devido a sua ecologia que possibilita uma colonização rápida e extensa de lagos e reservatórios, possuindo grande produção de biomassa anual.

Em relação aos pontos amostrais, o ponto 2 localizado no reservatório foi o que apresentou maior riqueza com 10 espécies em fevereiro e sete em setembro, seguido pelos pontos montante e jusante, que variaram a riqueza entre uma e duas espécies (Gráfico 11).

O monitoramento dos locais de ocorrência de espécies consideradas de potencial invasor é de suma importância para entender comunidades de macrófitas aquáticas, principalmente por se tratar de ambientes que servem de fonte de diásporo e propágulos de espécies macrófitas invasoras.

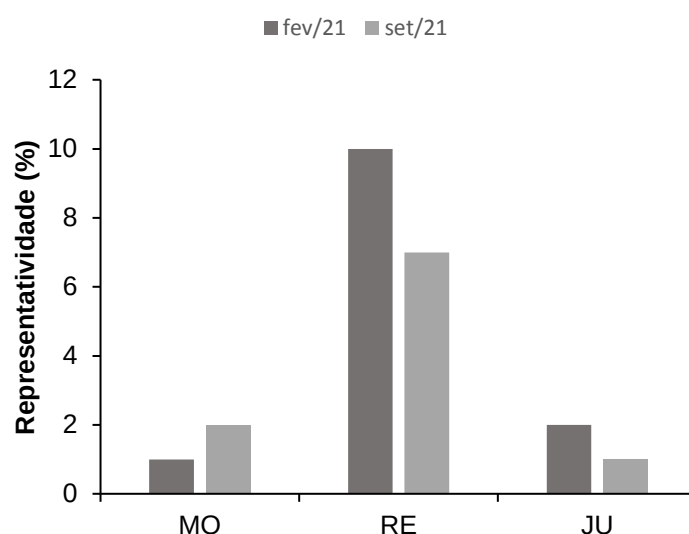


Gráfico 11. Riqueza de espécies por ponto amostral na PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Fevereiro e setembro de 2021.

Para o cálculo da similaridade entre as áreas amostrais, agruparam-se os Pontos 02 (reservatório) e Ponto 03 (jusante) como áreas mais semelhantes, seguidos pelo Ponto 01 (montante) (Gráfico 12).

O índice de similaridade entre determinadas áreas de estudo é calculado com base na presença ou ausência de espécies.

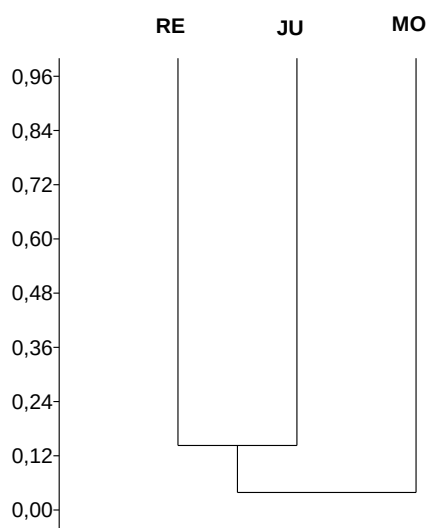


Gráfico 12. Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de Jaccard), com método de agrupamento UPGMA no monitoramento da macrófitas da PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Coeficiente cofenético= 0,843. Fevereiro e setembro de 2021.

Somando as quatro campanhas realizadas na fase de operação da PCH Bandeirante, foram registradas um total de 20 espécies da flora associadas ao ambiente aquático. A curva do coletor calculada pelo método de rarefação (Gráfico 13) mostra que a riqueza de espécies registrada foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife*. Dessa forma, ainda é provável que ocorra um incremento da riqueza para o local.

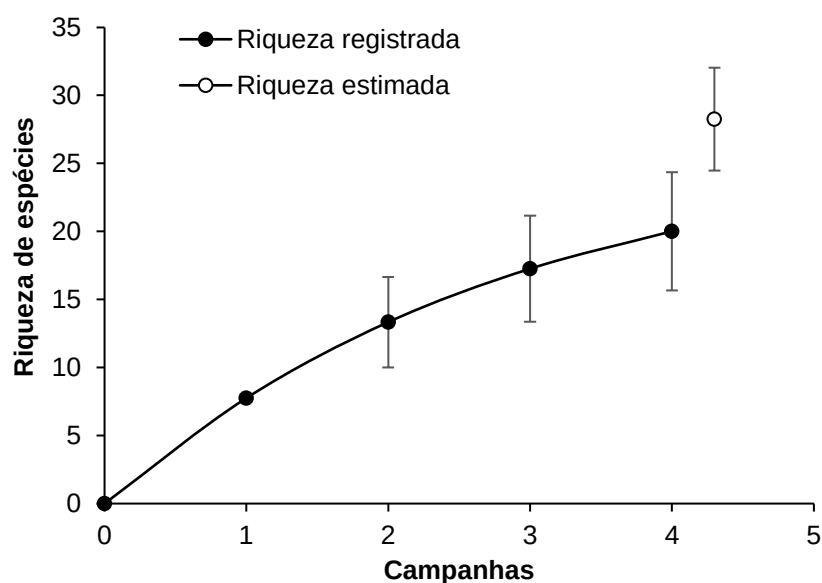


Gráfico 13. Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS. Fevereiro de 2020 a setembro de 2021.

Análise quantitativa

Com base nas observações realizadas durante os levantamentos de campo e as análises do (NDVI) – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, foi verificado que as regiões com plantas aquáticas variaram de cerca de 7,02% a 7,15% da área total do reservatório (Figura 21).

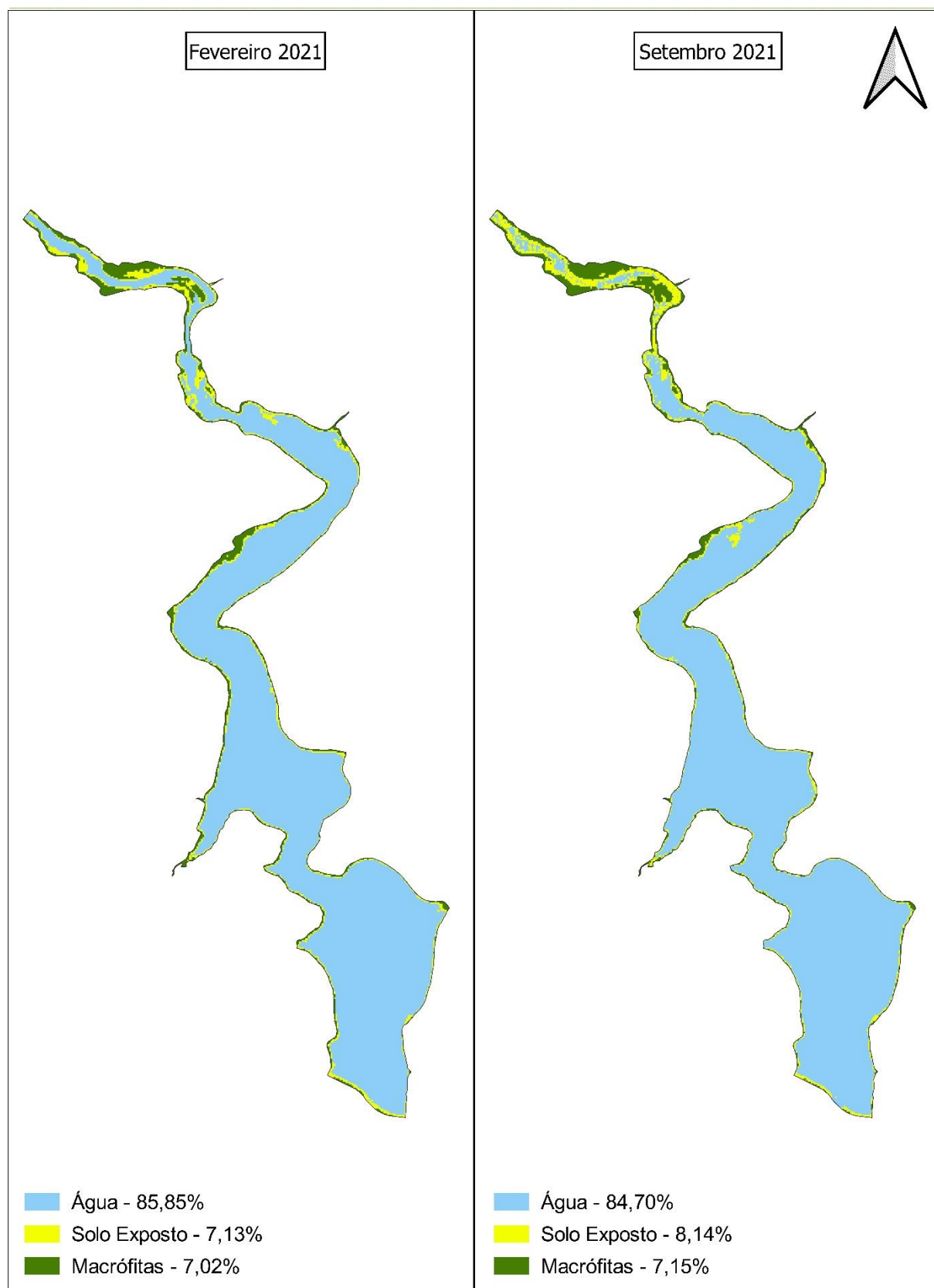


Figura 21. Resultados do cálculo do Índice de vegetação NDVI para a cobertura de macrófitas no reservatório da PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, MS.

Os principais pontos que apresentam acúmulo de macrófitas são áreas de deságue de tributários. Estas áreas geralmente apresentam aporte de sedimentos e nutrientes e menor velocidade da água. O padrão de flutuação dos níveis de água; a velocidade da água, menor nestes ambientes; e a sedimentação, mais acentuada nos reservatórios, resultam em maior penetração de luz e perda de nutrientes da coluna de água, fatores já conhecidos que favorecem a proliferação das macrófitas (THOMAZ, 2002).

A colonização de reservatórios depende de fontes de propágulos, que, através de mecanismos de dispersão (aves aquáticas, peixes, tributários e embarcações) alcançam os novos ambientes formados. Enquanto que o sucesso da colonização depende de uma variedade de fatores ecológicos, dentre eles os fatores físicos e químicos como a estrutura e composição química do sedimento, à estrutura dos habitats, padrão de flutuação dos níveis de água (ESTEVES & CAMARGO, 1986; FRENCH & CHAMBERS, 1996; THOMAZ, 2002), composição química da água (FEIJOÓ *et al.*, 1996; BINI *et al.*, 1999), velocidade da água (CARR *et al.*, 1997), declividade da margem (DUARTE & KALFF, 1986; BINI, 2001) e exposição ao vento e sedimentação (SOUZA, 2000; THOMAZ, 2002). Outros fatores que interferem no sucesso da colonização são as interações específicas, como a competição e herbivoria (JANES *et al.*, 1996; HOOTSMANS, 1998; SARBU & CRISTOFOR, 1998; CAMARGO & FLORENTINO, 2000).

As explosões populacionais que podem ocorrer após a formação de reservatórios acontecem geralmente em locais associados com os pulsos iniciais de nutrientes decorrentes da formação desses sistemas.

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

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

O monitoramento em diferentes épocas do ano, contemplando diferentes ambientes propícios ao desenvolvimento de macrófitas nas áreas de influência do empreendimento, poderá aumentar a riqueza registrada e também poderá gerar conhecimento para proposição de possíveis ações de manejo quando necessário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período correspondente a esta campanha, foi registrada a presença de 14 espécies, distribuídas em 11 famílias e 12 gêneros. Somando as quatro campanhas realizadas na fase de operação da PCH Bandeirante, foram registradas um total de 20 espécies da flora associadas ao ambiente aquático, sendo que até o momento, as espécies que merecem atenção na área de influência da PCH Bandeirante são: *Eleocharis minima*, *Eichhornia azurea*, *Salvinia auriculata*, espécies consideradas altamente infestantes e potencialmente danosas à geração de energia.

Os reservatórios têm sido os ecossistemas mais afetados pelo desenvolvimento maciço de macrófitas, sendo que possíveis mudanças ambientais provocadas pelo regime hídrico e alterações do uso do solo na bacia podem implicar em um maior aporte de nutrientes para o reservatório e sua eutrofização progressiva.

No caso da PCH Bandeirante foi verificado que as regiões colonizadas por plantas aquáticas representaram cerca de 7% da área total do reservatório, ocupação considerada baixa, não havendo necessidade de ações de manejo até o momento.

O monitoramento sazonal é importante em função de possíveis mudanças ambientais provocadas pelo regime de cheia e seca e alterações do uso do solo na bacia. Essas mudanças podem implicar em diferentes condições ecológicas do reservatório que podem influenciar biomassa e a diversidade de macrófitas.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABILHOA V. & DUBOC L.F. Peixes. Livro vermelho da fauna ameaçada do Estado do Paraná'. (Eds SB Mikichs and RS Bérnils.) pp. 2004:581-677.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I. & JÚLIO Jr, H. F. 2003. Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brasil. In Carolsfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. & Baer, A. (Eds.) Migratory Fishes of South América – Biology Fisheries and Conservation Status. International Development Research Centes (Canadá). World Bank, World Fisheries Trust.:p19-98.

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

ALVES, G. M., LANSAC-TÔHA, F. A., VELHO, L. F. M., JOKO, C.Y. & COSTA, D.M. 2007. New records of testate lobose amoebae (Protozoa, Arcellinida) for the Upper Paraná River floodplain. Acta Limnol. Bras. 19(2):175-195.

APHA - AWWWA - WPCF. 1985. Standard methods for examination of water and wastewater. 16 ed. Washington: Byrd prepress Springfield.1134p.

BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil. 2ª ed., São Carlos: RIMA. 502p.

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

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

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

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

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

BRAGA, J.D. SAMPAIO, E.V.S.B., PEREIRA, S.M.B., LEÇA, E.E. & TEXEIRA M.G. 1999. Programa de controle de macrófitas aquáticas no Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso e na UHE Itaparica. In: SNTPEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão e Energia Elétrica. Foz do Iguaçu,. Seminário... Foz do Iguaçu: GIA/15, 1999. p. 1-4.

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

CALLISTO, M., MORETTI, M., & GOULART, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 6(1), 71-82.

CALOR, A.R., & QUINTEIRO, F.B. 2017. Checklist of Caddisflies (Insecta, Trichoptera) from Mato Grosso do Sul State, Brazil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

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

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

CAMPEAU, S.; MURKIN, H. R.; TITMAN, R. D. 1994. Relative importance of algae and emergent plant litter to freshwater marsh invertebrates. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 51, p. 681-692.

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

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

CASTRO, A.A.J. & BICUDO, C.E.M. 2007. Flora Ficológica do Estado de São Paulo – Cryptophyceae. Volume 11. São Paulo: RiMa Editora; FAPESP.144p.

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

CETESB, 2006 - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Decisão de Diretoria nº 232/2006/E, de 14 de novembro de 2006.

CETESB, 2013. Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientação para o monitoramento e aspectos ambientais. Carvalho, M.C. et al. São Paulo, CETESB. 47p.

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

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

CYBIS, L.F.; BENDATI, M.M.; MAIZONAVE, C.R.M.; WERNER, V.R.; DOMINGUES, C.D. Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba de Sabão e lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 64p. 1 il.

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

DUDLEY, T. L.; COOPER, S. D.; HEMPHILL. 1986. Effects of macroalgae on a stream invertebrate community. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 5, p. 93-106.

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

ESA - Eupean Spatial Agency. 2021. Copernicus. Disponível em <<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>>. Acesso em: 15 de outubro de 2021.

ESA - Eupean Spatial Agency. 2021. Copernicus. Sentinel-2/MSI. Órbita 22, Ponto KCD, Datada de 01 de dezembro de 2020. Disponível em <<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>>. Acesso em: 15 de outubro de 2021.

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

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

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

FERDOUS, Z. & MUKTADIR, A.K.M. 2009. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. *American Journal of Applied Sciences*, v. 6, n. 10, p. 1815-1819.

FERNANDES, V. O. 2005. Perifíton: Conceitos e Aplicações da Limnologia à Engenharia. In: Roland, F. *et al.* Lições de Limnologia. São Carlos: RiMa. p: 351-370.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 19 out. 2021.

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

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

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

FROEHLICH, O., VILELA, M. J. A., CAVALLARO, M. R. & CORDEIRO, L. M. 2006. Inventário da Ictiofauna do Complexo Aporé-Sucuriú. In: Pagotto, T. C. S; Souza, P R. (Org.). Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: Subsídios à Conservação e Manejo do Bioma Cerrado. 1 ed. Campo Grande: EDUFMS - Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, v. 1, p. 89-102.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Brasília:. 56 pg.

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

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

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

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

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

HELLAWELL, J.M. 1989. Biological indicators of freshwater pollution and environmental Management. Elsevier Science Publishers, London.

HIGUTI, J., ROCHE, K. F., & MARTENS, K. 2017. Checklist of freshwater ostracods (Crustacea, Ostracoda) of the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

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

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

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume II – Mamíferos. Brasília, DF. 622p.

IUCN 2021. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021.1. <www.iucnredlist.org>. Acessado em 23 de setembro de 2021.

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

JOHN, D. M.; Whitton, B. A. & Brook, A. J. 2003. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge: University Press. 702p.

JUNQUEIRA, M.V., AMARANTE, M.C., DIAS, C.F.S. & FRANÇA, E.S., 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brazil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 12, no. 1, p. 73-87.

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

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

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

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

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

KOMÁREK, J. & FOTT, B. 1983. Das phytoplankton des Süßwassers. 7.Teil – Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. In Huber-Pestalozzi, G. (Ed). Stuttgart. E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044p.

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

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

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

LOBO, E.; LEIGHTON, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 22(1): 1-29

LORENZI, H. 2000. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum. 608 p.

LORENZI, H. 2008. Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 4ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum.

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

LUDWIG, T.A.V & TREMARIN, P.I. 2003. Chave de Identificação dos Gêneros de Diatomáceas (Diatomae – Ochrophyta) mais Comumente Encontradas no Perititon e Metafítton de Ambientes Aquáticos Continentais. In: Schwarzbald, A.; Burliga, A.L. & Torgan, L.C. Ecologia do Perifiton. São Carlos: RiMa Editora. EDUEM. 267-329

MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.

MANDAVILLE, S.M. 2002. Benthic macroinvertebrates in freshwaters – taxa tolerance values, metrics, and protocols. In.: Project H-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, 120 pp.

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

MORETTI, M.S. 2004. Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos. Laboratório de ecologia de bentos da UFMG, Belo horizonte, MG. Disponível em: www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/atlasbenthos.pdf.

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

OLENINA, I., Hajdu, S., Edler, L., Andersson, A., Wasmund, N., Busch, S., Göbel, J., Gromisz, S., Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P., Ledaine, I. and Niemkiewicz, E. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. HELCOM Balt.Sea Environ. Proc. No. 106, 144pp.

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

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)

PATTINSON, S. N.; García.-Ruiz., R.; Whitton, B. A. 1998. "Spatial and Seasonal Variation in Denitrification in the Swale-Ouse System, a River Continuum." *The Science of the Total Environment* 210/211: 289-305.

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

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

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

PROJETO PROSAB 2006. Contribuição ao estudo da remoção cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas tratamento de água para consumo humano. Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Outubro. ABES, Sermograf, 504p.

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

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

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

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

ROSA, F.R. & SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Copepoda (Crustacea) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 107(supl.): e2017105, 2017. 6pp.

ROSA, F.R., ORIKASSA, T.N.F., LOPES, I.R. & SILVA, W. M. 2017. Checklist de tecamebas (Testacea) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 107(supl.): e2017101, 2017. 9pp.

SAMORANO CONSULTORIA AMBIENTAL. 2020. Programa de monitoramento das comunidades aquáticas: Ictiofauna, macroinvertebrados bentônicos, Zooplâncton, Fitoplâncton, Perifíton e Macrófitas aquáticas. Setembro de 2020. 56p.

SANT'ANNA, C. L. *et al.* 2006. Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Rio de Junho: Ed. Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia. 58p.

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

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

SCHULZE, E.; SCHUBERT, L.B.; CAVALLI, V.; PACHECO, M.R. 2003. Reconhecimento de Algas e Contagem de Células e Cianofíceas nos Mananciais que Abastecem as ETA's do SAMAE de Blumenau. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. Blumenau-SC

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

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

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

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

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

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

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

SOUZA, D. 2000. Padrões de diversidade alfa e beta de macrófitas aquáticas em diferentes escalas espaciais no reservatório de Itaipu. Maringá: Universidade Estadual

de Maringá. 37 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Maringá.

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

SUN, J. & Liu, D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25(11): 1331–1346

TAKEDA, A. M., FUJITA, D. S., RAGONHA, F. H., PETSCH, D. K., & MONTANHOLI-MARTINS, M. C. 2017. Oligochaeta (Annelida) of continental aquatic environments from Mato Grosso do Sul (Brazil). *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

TELL, G. & Conforti, V. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. *Bibliotheca Phycologica*. Band 75. Berlin-Stuttgart: Ed. J. Cramer. 301p.

TELL, G. & CONFORTI, V. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. *Bibliotheca Phycologica*. Band 75. Berlin-Stuttgart: Ed. J. Cramer. 301p.

THOMAZ, S.M. 2002. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha*, Viçosa MG, 20: 21-23.

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

VERCELINO, I. S.; BICUDO, D. C. 2006. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 363-377p.

WETZEL, R. G. 1996. Benthic algae and nutrient cycling in lentic freshwater ecosystems. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Ed.). *Algal ecology; freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press. p.641-667.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. 1991. *Limnological Analyses*. Springer-Verlag, New York, 391p.

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

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

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

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



José Milton Longo
Coordenador Técnico

11. ANEXOS

Anexo I – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do Programa de Comunidades Aquáticas da PCH Bandeirante, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul.

ANEXO I

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/09339
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS		3.Registro no CRBio: 018769/01-D	
4.CPF: 294.004.141-53	5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br		6.Tel: (67)3026-3113
7.End.: DR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 09	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: RIO ÁGUA CLARA ENERGIA S/A			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 15.743.124/0001-34	
16.End.: FAZENDA STELLA E FAZENDA RECANTO DO SUCURITÚ S/N			
17.Compl.:	18.Bairro: ZONA RURAL	19.Cidade: CHAPADÃO DO SUL	
20.UF: MS	21.CEP: 79560-000	22.E-mail/Site: ligia.guedes@ataiaenergia.com	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS E PLANOS AMBIENTAIS DA PCH BANDEIRANTES, ÁGUA CLARA/MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: ÁGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS E SUBPROGRAMAS AMBIENTAIS PREVISTOS NA LO N 190/2019 DA PCH BANDEIRANTES (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, DE MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE, RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, REFLORRESTAMENTO DA FAIXA DE APP, SALVAMENTO DE GERMOPLASMA VEGETAL, MONITORAMENTO DA FLORA, PREVENÇÃO E CONTROLE DA EROSÃO E ASSOREAMENTO, MONITORAMENTO DE RESÍDUOS E REVISÃO DO PACUERA).			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: NOV/2020	35.Término: JAN/2023
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 24/11/20 Assinatura do Profissional Data: 30/11/2020 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

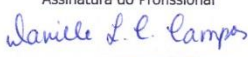
CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1449.2704.3645.4587

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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/09340
CONTRATADO			
2.Nome: JOSE MILTON LONGO		3.Registro no CRBio: 023264/01-D	
4.CPF: 085.222.128-21	5.E-mail: milton@fibracon.com.br		6.Tel: (67)3026-3113
7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105		8.Compl.: SALA 9	
9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79040-860
CONTRATANTE			
13.Nome: RIO ÁGUA CLARA ENERGIA S/A			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 15.743.124/0001-34	
16.End.: FAZENDA STELLA E FAZENDA RECANTO DO SUCURIÚ S/N			
17.Compl.:	18.Bairro: ZONA RURAL	19.Cidade: CHAPADAO DO SUL	
20.UF: MS	21.CEP: 79560-000	22.E-mail/Site: ligia.guedes@ataiaenergia.com	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH BANDEIRANTES, ÁGUA CLARA/MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: CHAPADAO DO SUL			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS E SUBPROGRAMAS AMBIENTAIS PREVISTOS NA LO N 190/2019 DA PCH BANDERITANTES (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, DE MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE, RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, REFORESTAMENTO DA FAIXA DE APP, SALVAMENTO DE GERMOPLASMA VEGETAL, MONITORAMENTO DA FLORA, PREVENÇÃO E CONTROLE DA EROÇÃO E ASSOREAMENTO, MONITORAMENTO DE RESÍDUOS E REVISÃO DO PACUJERA).			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: NOV/2020	35.Término: JAN/2023
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 20/11/2020		Data: 30/11/2020	
Assinatura do Profissional José Milton Longo CRBio 23264/01-D	Assinatura e Carimbo do Contratante 		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
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: 4713.6282.7223.8164

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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/09343
CONTRATADO			
2.Nome: DANIELE LOUISE CESQUIN CAMPOS		3.Registro no CRBio: 100877/01-D	
4.CPF: 006.736.491-80	5.E-mail: danieloulouise@hotmail.com		6.Tel: (67)3361-1142
7.End.: CAMUYRANO 92		8.Compl.:	
9.Bairro: PANAMA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79112-201
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 09	18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	19.Cidade: CAMPO GRANDE	
20.UF: MS	21.CEP: 79040-860	22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : MACRÓFITAS - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS DA PCH BANDEIRANTES, ÁGUA CLARA/MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: ÁGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS (MACRÓFITAS) DA PCH BANDEIRANTES, ÁGUA CLARA/MS.			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: NOV/2020	35.Término: JAN/2023
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 18/11/20 Assinatura do Profissional  Daniele Louise Cesquin Campos CRBio 100877/01-D		Data: 20/11/2020 Assinatura e Carimbo do Contratante  FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA José Milton Longo	
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: 8580.1149.1091.2032

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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/09344
CONTRATADO			
2.Nome: MARIANA DA SILVA OLIVEIRA		3.Registro no CRBio: 120184/01-D	
4.CPF: 406.096.898-60	5.E-mail: mariana@fibracon.com.br		6.Tel: (67)98110-9394
7.End.: BERTIOGA 338		8.Compl.: CASA 5	
9.Bairro: VILA IPIRANGA	10.Cidade: CAMPO GRANDE	11.UF: MS	12.CEP: 79080-690
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional: 412		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 09	18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	19.Cidade: CAMPO GRANDE	
20.UF: MS	21.CEP: 79040-860	22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : COMUNIDADES AQUÁTICAS E ICTIOPLÂNTON - PCH BANDEIRANTES, ÁGUA CLARA/MS.			
25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE COMUNIDADES AQUÁTICAS (GRUPOS DE ZOOPLÂNTON, FITOPLÂNTON, BENTOS, PERÍFITON E ICTIOFAUNA) E DO SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO ICTIOPLÂNTON DA PCH BANDEIRANTES, ÁGUA CLARA/MS.			
32.Valor: R\$ 3.000,00	33.Total de horas: 60	34.Início: NOV/2020	35.Término: JAN/2023
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			 CRBio-01
Data: 18/11/2020		Data: 20/11/2020	
Assinatura do Profissional Mariana da Silva Oliveira CRBIO 120184/01-D	Assinatura e Carimbo do Contratante FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA José Milton Longo		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

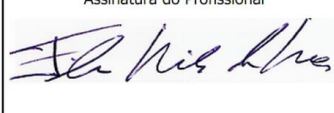
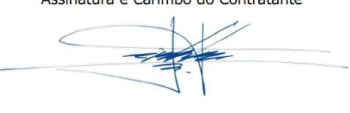
CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 9694.1950.1891.2832

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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/10281
CONTRATADO			
2.Nome: IOLA REIS LOPES		3.Registro no CRBio: 064020/01-D	
4.CPF: 847.712.401-91	5.E-mail: iolart@hotmail.com		6.Tel: (44)8462-3015
7.End.: EDÉZIO GOMES MARIANO 296		8.Compl.: DISTRITO AQUIDABAN	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade: AQUIDABAN	11.UF: PR	12.CEP: 86995-000
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.:		18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	19.Cidade: CAMPO GRANDE
20.UF: MS	21.CEP: 79040-860	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de análises laboratoriais; Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : FITOPLÂNCTON E PERIFÍTON - MONITORAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ, NA ÁREA DA PCH BANDEIRANTES, NO RIO SUCURIÚ			
25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ANÁLISE DE AMOSTRAS, E CONSECUTIVA AVALIAÇÃO DE DADOS, OBTIDAS EM CUMPRIMENTO AO PLANO BÁSICO AMBIENTAL PARA MONITORAMENTO NA ÁREA DA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH) BANDEIRANTES EM DUAS CAMPANHAS ANUAIS. OS PRODUTOS GERADOS SERÃO RELATÓRIOS INTERPRETATIVOS DE MONITORAMENTO DOS GRUPOS FITOPLANCTÔNICO E PERIFÍTICO, INCLUINDO COMPILAÇÃO E COMPARAÇÃO DE DADOS ANTERIORES NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO.			
32.Valor: R\$ 6.800,00	33.Total de horas: 130	34.Início: NOV/2020	35.Término: NOV/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 15/12/20 Assinatura do Profissional  Iola Reis Lopes CRBio 64020/01-D		Data: 15/12/20 Assinatura e Carimbo do Contratante 	
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO Data: / / Assinatura do Profissional Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante	

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 6200.7455.8396.9024

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

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2020/10264
CONTRATADO			
2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA		3.Registro no CRBio: 040701/01	
4.CPF: 891.889.771-53	5.E-mail: netz.fabio@gmail.com		6.Tel: (44)3235-1192
7.End.: EDÉZIO GOMES MARIANO 296		8.Compl.:	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade: AQUIDABAN	11.UF: PR	12.CEP: 86995-000
CONTRATANTE			
13.Nome: FIBRACON CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53	
16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105			
17.Compl.: SALA 09	18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA	19.Cidade: CAMPO GRANDE	
20.UF: MS	21.CEP: 79040-860	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : ICTIOFAUNA, ICTIOPLÂNTON, ZOOPLÂNTON E ZOOBENTOS - MONITORAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ, NA ÁREA DA PCH BANDEIRANTES, NO RIO SUCURIÚ.			
25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA			26.UF: MS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DE ATIVIDADES EM CAMPO, ANÁLISES DE DADOS E AMOSTRAS OBTIDOS SOBRE COMUNIDADES AQUÁTICAS, INCLUINDO ICTIOFAUNA, ICTIOPLÂNTON, ZOOPLÂNTON E ZOOBENTOS (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS), PARA DAR CONTINUIDADE A MONITORAMENTO NA ÁREA DA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH) BANDEIRANTES. O PRODUTO GERADO SERÃO RELATÓRIOS INTERPRETATIVOS DE MONITORAMENTO DOS GRUPOS DE ORGANISMOS, INCLUINDO COMPILAÇÃO E COMPARAÇÃO DE DADOS ANTERIORES NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO.			
32.Valor: R\$ 10.800,00	33.Total de horas: 174	34.Início: NOV/2020	35.Término: DEZ/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBIO
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:		Data:	
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 6276.8158.8786.9727

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